



Universidad Politécnica de Madrid
E.T.S.I en Topografía, Geodesia y Cartografía



Proyecto fin de carrera

Número 373

Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid.

Alumno: Julián, Javier Espejel

Tutor: José Manuel, Benito Oterino

Curso 2014-2015

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS EN TOPOGRAFÍA,
GEODESIA Y CARTOGRAFÍA
TITULACIÓN DE INGENIERO TÉCNICO EN TOPOGRAFÍA

PROYECTO FIN DE CARRERA

Número 373

**Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del
parque de San Isidro en Madrid.**



Madrid, (Mayo, 2015)

Alumno. Julián Javier Espejel.

Tutor: José Manuel Benito Oterino.

Agradecimientos.

A mi familia por todo el esfuerzo y apoyo prestado en todo momento, especialmente a mi padre cuya colaboración durante todo el trabajo de campo ha sido imprescindible para la consecución del proyecto.

A mi tutor José Manuel Benito Oterino por toda la ayuda prestada en la realización del proyecto.

A mis compañeros por toda la ayuda prestada y por tantos y tantos buenos momentos que hemos pasado juntos, especialmente a Rodrigo de Antonio Moledo “Tortu” que por desgracia no se encuentra entre nosotros.



Índice.

Introducción.....	Páginas. 2-7
- Descripción del proyecto.....	Página. 2
- Historia.....	Páginas. 3-5
- El parque.....	Página. 6-7
Red principal.....	Páginas. 8-30
- Introducción.....	Página. 8
- Sistema GNSS.....	Páginas. 8-13
- Red topográfica principal.....	Páginas. 14-25
- Resultados y conclusiones.....	Páginas. 26-30
Red secundaria.....	Páginas. 31-59
- Introducción.....	Página. 31
- Instrumental.....	Páginas. 31-33
- Comprobación del instrumental.....	Páginas. 34-37
- Poligonal.....	Páginas. 38-48
- Intersección inversa.....	Páginas. 49-55
- Calculo de coordenadas geodésicas y cartesianas.....	Páginas. 56-57
- Resultados finales.....	Páginas. 58-59
Red de detalle. Radiación.....	Páginas. 60-67
- Introducción.....	Página. 60
- Radiación.....	Páginas. 61-66
- Resultados y conclusiones.....	Página. 67
Edición cartográfica.....	Páginas. 68-76
- introducción.....	Página. 68
- Modelo digital del terreno.....	Páginas. 69-72
- Edición cartográfica.....	Páginas. 73-75
- Impresión.....	Página. 76
- Cartografía a escala 1/1500.....	Página. 76
Presupuesto.....	Páginas. 77-79
Documentación a entregar.....	Página. 80
Propuesta.....	Páginas. 81-84
Bibliografía.....	Página. 85
Anexos.....	Páginas. 86-167
- Anexo I Resultados del ajuste de la red primaria.....	Páginas. 86-94
- Anexo II Reseñas de los vértices.....	Páginas. 94-149
- Anexo III Calculo Excel: poligonal, inversa y radiación.....	Páginas. 150-157
- Anexo IV Coordenadas de los vértices estación.....	Páginas. 158-160
- Anexo V imagen reducida de las hojas.....	Páginas. 161-167



Introducción.

Descripción del proyecto.

El proyecto consiste en la realización de un mapa topográfico a escala 1/500 del histórico parque de San Isidro y la elaboración de un modelo digital del terreno.

Se ha elegido este proyecto porque creo que no hay ningún mapa a esta escala que plasme el parque en la actualidad debido a los cambios que ha sufrido en los últimos años (explanada de ampliación, tanatorio, jardines, carril-bici, zonas deportivas, parques infantiles...) y puesto que es uno de los parques más conocidos y con más historia de Madrid, en el que además se celebran las tradicionales fiestas de San Isidro, creo que es apropiado disponer de un mapa topográfico de gran escala, por si en un futuro se quieren realizar: obras de mejora o restauración, jardines, zonas deportivas o de ocio...

Para la realización de este proyecto primero generamos una red de puntos mediante técnicas espaciales GNSS y mediante técnicas de topografía clásica y se realiza una radiación mediante técnicas de topografía clásica para dar coordenadas a los puntos necesarios para la realización de la cartografía.

Posteriormente a través de los puntos obtenidos en campo se realiza las cartografías a escala 1/500 y el modelo digital del terreno 3D con el cual obtendremos las curvas de nivel que definirán la altimetría de nuestro trabajo.

Historia.

San Isidro.

San Isidro nació en Madrid, es de suponer que fuese el 4 de abril de 1082. Según era mencionado en su época, San Isidro poseía el don de serle fácil encontrar agua (zahorí). Algunos de los manantiales fueron marcados posteriormente como lugares mágicos, incluso algunos de ellos se consideró como un lugar milagroso. Contrajo matrimonio con María, mujer que procedía de Uceda (Guadalajara). Los asedios almorávides a la ciudad de Madrid hacen que la pareja huya a Caraquiz, en esta aldea María cuidaba de ermita de Nuestra Señora de la Piedad mientras él como labrador cuidaba de las tierras. En 1119 regresa a Madrid para vivir en una casa cercana a la Iglesia de San Andrés. El 30 de noviembre de 1172 muere en su casa y su mujer regresó a Caraquiz donde pasó sus últimos días.

Ermita de san Isidro.

El origen de la primera ermita data de 1528, cuando la emperatriz Isabel de Portugal ordenó su construcción junto al manantial donde brota agua que la tradición popular considera milagrosa. A las aguas de este manantial se le atribuye la curación del hijo de la reina, el futuro rey Felipe II. La ermita existente es una segunda edificación que data del año 1725 (autores indican fechas en décadas posteriores), financiada por el virrey de Nueva España: Baltasar de Zúñiga. Goya plasmo esta ermita en su cuadro “La romería a la ermita de San Isidro”



La romería de ermita de san Isidro “Goya”

Costumbres festivas.

Delante de la Ermita de San Isidro existía una pradera que recogía a los primeros madrileños que querían disfrutar de su romería. El cuadro “La pradera de San Isidro” pintado por Francisco de Goya en 1788, es un ejemplo de la importancia que adquirió esta celebración en el pasado.



La pradera de San Isidro “Goya”

Es costumbre ya desde el siglo XVI la de merendar en el césped de la pradera y aprovechar el agua de los manantiales cercanos. Los múltiples puestos en los alrededores vendían rosquillas (Rosquillas del Santo), entre las más famosas se encontraban, las tontas (sin recubrimiento), las listas (con baño de azúcar), las de Santa Clara, las francesas y las populares de la *Tía Javiera* y las de *Fuenlabrada*, generalmente ensartadas en un bramante. Son igualmente tradicionales los *torraos* y las *garrapiñadas*, las manzanas caramelizadas, los encurtidos, los escabeches. Igualmente era costumbre adquirir botijos (coloraos de Alcorcón, o los amarillos de Ocaña), pitos de cristal con flores de cristal (los denominados *pitos del Santo*). Las bebidas habituales eran los *chicos* de Valdepeñas (vasos de vino), la *clara con limón* y las limonadas. Ese ambiente fue recogido por Goya en 1788. Recuerda el escritor Benito Pérez Galdós en su obra “Mayo y los Isidros” que era costumbre viajar a Madrid en esta celebración, de esta forma la capital se llenaba de extranjeros recorriendo las calles. La mejora de las comunicaciones hizo que numerosos habitantes de las afueras vinieran el 15 de mayo a las celebraciones, a estos visitantes foráneos se les denominó con el mote de *Isidros*. La romería durante el siglo XX fue trasladada a la antigua dehesa de la Arganzuela y luego a la Casa de Campo, pero en 1941 se volvió a recuperar la tradición.

Celebración.

En la actualidad las celebraciones se reparten a lo largo de toda la ciudad, las diversas casas regionales ubicadas en Madrid suelen hacer bailes regionales en la Plaza Mayor, semanas gastronómicas, verbenas de barrio, ferias taurinas, actos religiosos, actos deportivos como regatas en el río Manzanares, etc. Cada 15 de mayo es costumbre que los madrileños se reúnan para comer en la famosa pradera y beber el agua que sale del caño de la ermita. El paseo que da a la ermita se llena de puestos con diversos elementos gastronómicos de la cocina madrileña como pueden ser la fritura de las gallinejas y los entresijos, bocadillos, encurtidos diversos (banderillas, aceitunas, berenjena de Almagro) y la repostería típica de esta época. Como si se tratase de un picnic, se extienden mantas en el suelo para disfrutar de la tortilla de patata, la empanada, el vino (preferiblemente en bota) o un cocido madrileño gigante, solíéndose acercar a repartir o, al menos, bendecir el alcalde que corresponda. El ambiente de verbenas se llena de tiovivos. También es típico bailar un chotis vestido de chulapo y comprar las tradicionales rosquillas tontas y listas en los puestos de la feria.



Celebración fiestas de San isidro

El parque.

El parque se encuentra localizado en la comunidad de Madrid, en la ciudad de Madrid, distrito de Carabanchel. Desciende desde Vía Carpetana hasta el Paseo 15 de Mayo, justo al margen oeste del río Manzanares, entre el paseo Ermita del Santo, la calle Carlos Daban, el cementerio San Isidro y la sacramental de Santa María. Su superficie aproximada es de 30 hectáreas

El parque fue inaugurado el 15 de mayo de 1970 por el alcalde de Madrid Arias Navarro, fue proyectado por el arquitecto José Luis Pita Romero, se tardó 4 meses en pasar de un terreno lleno de desniveles y vegetación a un parque con cómodos caminos llanos y despejados..

La abundante vegetación comprende más de 4000 árboles entre los que destacan los pinos piñoneros con más de mil ejemplares, los plátanos, hayas, sauces, prunos y un jardín de palmeras de nueva creación. Posee unos 125000 metros de zonas de césped también contiene 2 fuentes, un estanque, un carril-bici, y numerosas zonas deportivas, zonas de recreo y parques infantiles.



Estatua dedicada a Francisco de Goya



Red Principal.

Introducción.

La primera fase del proyecto fue la realización de una red principal mediante técnicas GNSS, que posteriormente se densificará con una red secundaria calculada mediante técnicas de topografía clásica (poligonal e intersección inversa) y con los puntos calculados por ambas redes, se realizará la radiación para dar coordenadas a los puntos necesarios para la realización de la cartografía.

Se realizó la red principal porque aunque en las cercanías del parque disponemos de puntos de la red topográfica de Madrid la precisión de estos es de 10cm y por lo tanto no son suficientemente precisas para nuestro trabajo cuya precisión final, después de realizar la red de detalle, será de 10cm.

El método utilizado fue el de técnicas espaciales GNSS con posicionamiento estático rápido, puesto que es un método que nos da una precisión de 10mm+1ppm y es más rápido que la elaboración de una red principal realizada por técnicas de topografía clásica (triangulación o trilateración).

Sistema GNSS.

Introducción.

El sistema GNSS (Global Navigation Satellite System) sistemas globales de navegación por satélite, consiste en la determinación de las coordenadas de un punto en la superficie terrestre basándose en señales radioeléctricas enviadas desde satélites.

El primer GNSS es el sistema GPS (Global Position System) sistema de posicionamiento global, creado por el departamento de defensa de los Estados Unidos que entro en servicio en el año 1965 pero no obtuvo plena disponibilidad hasta el año 1995.

Existen más sistemas GNSS como el GLONASS desarrollado por la Unión Soviética, el sistema de navegación Galileo perteneciente a la Unión Europea y a la Agencia Espacial Europea, que actualmente se encuentra en construcción y BEIDOU desarrollado por la República Popular China que solo tiene cobertura en China, entre otros.



Sistema GPS

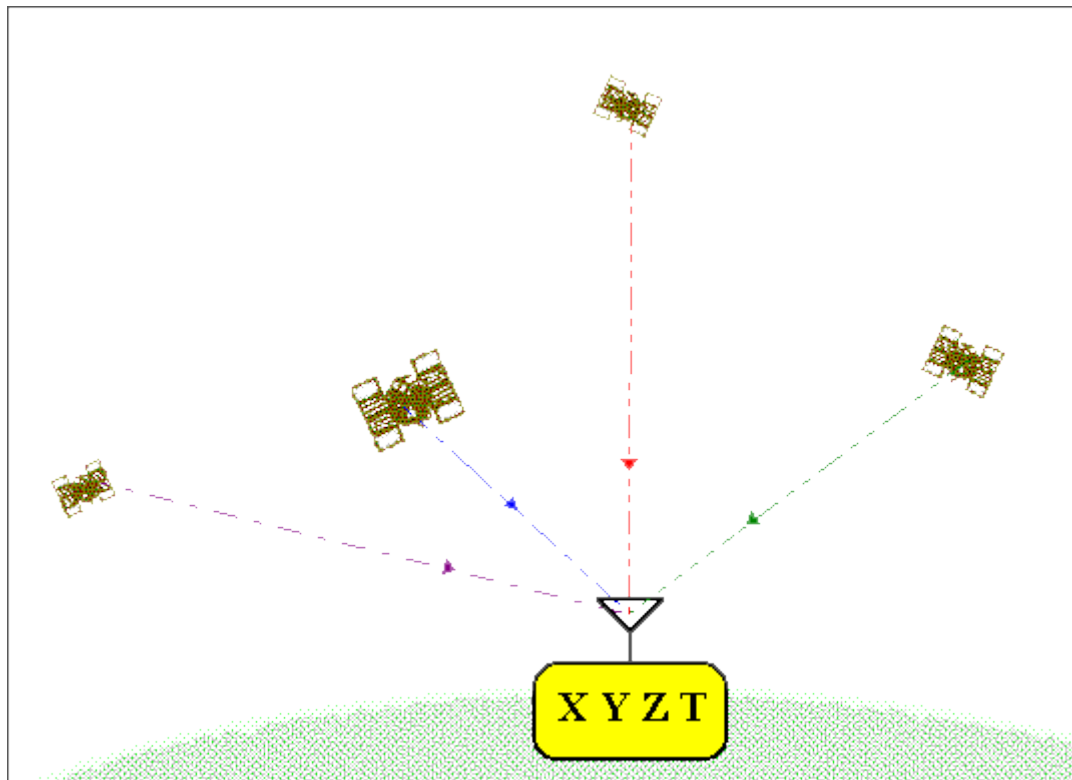
Funcionamiento.

El principio de los sistemas GNSS, es la medición desde un receptor, de la distancia entre este y una serie de satélites en órbita alrededor de la tierra, de los cuales se conoce su posición.

La navegación por satélite se basa en el cálculo de una posición midiendo las distancias a un mínimo de cuatro satélites de posición conocida.

En la práctica, un receptor capta las señales emitidas por los satélites que contienen las posiciones del satélite y el tiempo exacto en que estas fueron transmitidas. Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del receptor y calcula el tiempo que tardan en llegar las señales al equipo, y de tal modo mide las distancias a los satélites.

Conocidas las distancias, y la posición de cada uno de los satélites, por la señal que emiten, se obtienen las coordenadas del punto de medición.



Funcionamiento sistema GPS

Sistema GPS.

El sistema GPS creado por el departamento de defensa de los estados unidos utiliza la constelación NAVSTAR formada por 28 satélites (24 principales y 4 de reserva) que proporciona cobertura con al menos 4 satélites en cualquier parte de la tierra.

Posee 6 orbitas a 20180 km de la tierra con 55 grados de inclinación con el ecuador terrestre. Cada orbita posee 4 satélites. También hay 4 satélites desactivados y disponibles como reserva.

Los satélites emiten señales en varias frecuencias (L1, L2, L5) emiten códigos modulados sobre las frecuencias (C/A, P, Y, W, CM, CL, M) y emiten un mensaje de navegación (NAV, CNAV)

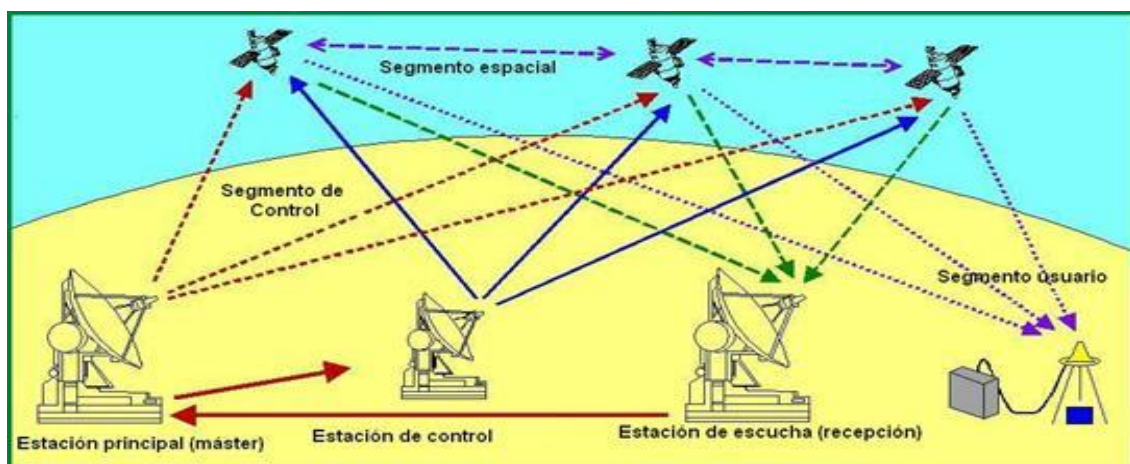
El sistema GPS consta de 3 segmentos.

Segmento espacial. Constituido por la constelación de satélites

Segmento de control. Formado por:

- Segmento de control NAVSTAR. Tiene como misión el seguimiento continuo de los satélites de la constelación NAVSTAR para determinar los parámetros orbitales de cada satélite y el estado de sus relojes y emitirlos a los satélites para que estos los emitan a los usuarios, también se encarga de las maniobras, lanzamientos, reprogramaciones, desactivaciones...
- Segmento terrestre independiente. Que tiene como objetivo calcular las efemérides precisas (trayectorias reales de los satélites), el estado de los relojes, los datos Ionosféricos-troposféricos, parámetros de rotación terrestre...

Segmento usuario. Comprende tanto cualquier receptor o grupo de receptores GPS así como el programa o aplicación de exportación de datos GPS recogidos por el receptor.



Segmentos sistema GPS



Sistema de referencia geodésico WGS84.

El sistema GPS obtiene coordenadas en el sistema geodésico WGS84 (World Geodetic System 1984) es un sistema de referencia terrestre global, definido, materializado y difundido por la agencia norteamericana NIMA (National Imagery and Mapping Agency)

El sistema WGS84 es un sistema de referencia terrestre convencional o ITRS (International Terrestrial Reference System), sigue los criterios técnicos del IERS (International Earth Rotation Service).

El sistema de coordenadas WGS84 es un sistema ortogonal dextrógiro fijado a la tierra definido por:

- Origen centro de masas de la tierra o geocentro.
- La escala es la del marco local de la tierra.
- Orientación la dada por la orientación del BIH (Bureau International de l'Heure) de 1894
- Eje Z en la dirección del polo de referencia IERS en la época de 1984
- Eje X intersección del meridiano de referencia terrestre IERS (Greenwich) y el plano que pasando por el origen es perpendicular al eje Z (plano del ecuador)
- Eje Y completando el sistema ortogonal dextrógiro siendo perpendicular a X y Z

Los valores de las constantes son:

- Semieje mayor: $a = 6378137$ metros.
- $1/f = 298,257223563$
- Constante gravitacional: $GM = 3986004,418 * 10^8 \text{ m}^3/\text{s}^2$
- Velocidad de rotación: $w = 7.292115 * 10^{-5} \text{ rad/s}$

Las altitudes que se determinan con GPS están referidas al elipsoide asociado al WGS84 y son altitudes elipsoidales, altitudes sobre la superficie del elipsoide.

Métodos de posicionamiento GPS.

Tipos de posicionamiento.

En función del observable utilizado.

- Código.
- Código y fase.

En función del número de receptores.

- Posicionamiento absoluto: un solo receptor, coordenadas de un punto aislado X, Y, Z sobre el sistema geodésico de referencia WGS84.
- Posicionamiento relativo: dos o más receptores, coordenadas de un punto con respecto a otro ΔX , ΔY , ΔZ .

En función del movimiento del receptor.

- Estático: no varía su posición durante la etapa de observación (mayor precisión y tiempo).
- Cinemática: el receptor se desplaza (menor tiempo y precisión).
- Híbrido combina las 2 opciones anteriores.

En función de la disponibilidad de solución.

- Tiempo real: Se obtiene las coordenadas en el instante de la observación.
- Tiempo diferido o post-proceso: Las coordenadas se obtienen tras el tratamiento de los datos obtenidos.

Soluciones de posicionamiento GPS.

Existen diferentes métodos de posicionamiento GPS, el método a utilizar depende de la precisión requerida por el usuario y del tipo de receptor disponible, estas técnicas podrían clasificarse en tres tipos.

1. Posicionamiento absoluto por código SPP: utilizamos 1 solo receptor, que obtiene la posición realizando la intersección inversa a 4 satélites, la precisión es de 4 a 10m sin SA (Selective Availability) que fue desactivada en el año 2001 y de 100 a 300 metros con SA. Se utiliza principalmente en navegación (marítima en alta mar, excursionismo, vehículos...).
2. Posicionamiento GPS diferencial por código DGPS: se precisan al menos 2 receptores, un receptor actúa como base y calcula los errores en las pseudodistancias, llamadas correcciones diferenciales, estas correcciones se aplican a las pseudodistancias calculadas por el receptor móvil. La precisión es de entre 0,3 y 2 m. Se utiliza en adquisición de datos SIG, revisión de cartografías de media escala (1:10000, 1:25000, 1:50000), movimientos de maquinaria en obra civil...
3. Posicionamiento Relativo de fase. Las observaciones se realizan por código y fase, con lo que se mejora la precisión del posicionamiento diferencial DGPS; precisión de 1 a 10mm. Se utiliza en topografía, geodesia, control de deformaciones, control de maquinaria.... Dependiendo de si trabajamos en tiempo real o post-proceso o si trabajamos en estático o cinemático tendremos los siguientes tipos de posicionamiento:

- Posicionamiento stop and go (parar y seguir): al menos 2 receptores, uno fijo y otro móvil. Primero resolvemos la ambigüedad inicial (con un estacionamiento estático o estacionando en un punto conocido) y después se visitan los puntos a levantar, se estaciona en cada punto unos 2 segundos, los cálculos se obtienen post-proceso con una precisión de $2\text{cm} + 2\text{ppm}$. Se utiliza en levantamientos.
- Posicionamiento cinemático: tenemos un receptor estático y otro móvil (montado sobre una mochila, un coche...), primero se realiza un estacionamiento estático para resolver ambigüedades, una vez resueltas el receptor móvil se desplaza tomando puntos con un intervalo de tiempo definido por el usuario. Es necesario reiniciar el proceso si existe pérdida de señal. Precisión de $2\text{cm} + 2\text{ppm}$. Se suele utilizar para trabajos no críticos en áreas abiertas y despejadas de vegetación.
- Posicionamiento cinemático con resolución de ambigüedades en movimiento (OTF): se utilizan al menos 2 receptores, es similar que el sistema anterior pero las ambigüedades se calculan en movimiento manteniendo un seguimiento de 5 satélites en L1 y L2. Se suele combinar con sistemas inerciales INS. Se utiliza en vuelos fotogramétricos, levantamiento de carreteras...
- Posicionamiento en tiempo real RTK: utilizamos al menos 2 receptores, 1 fijo situado en un punto de coordenadas conocidas y otro móvil, el receptor móvil se estaciona durante unos breves segundos en el punto de observación, requiere radio enlace entre ambos GPS. Los resultados se reciben en tiempo real, precisión de unos $2\text{cm} + 2\text{ppm}$. Su principal uso es para realizar levantamientos y replanteos en el ámbito de la topografía.
- Estático estándar: precisión de $5\text{mm} + 1\text{ppm}$ en líneas-base que suelen tener más de 20 km. El tiempo de estación es de unas 10 horas. Se suelen usar al menos 3 receptores, uno base estacionado en un punto de coordenadas conocidas, una estación auxiliar de referencia de coordenadas que no tienen por qué ser conocidas y un último receptor que se estaciona en los puntos de la red. Las coordenadas se obtienen post-proceso. Se utiliza en controles geodésicos de zonas amplias, redes nacionales o continentales, movimientos tectónicos, ajuste de redes de máxima precisión...
- Estático rápido utiliza algoritmos simplificados de resolución de la ambigüedad inicial que reducen el tiempo de observación con respecto al método estático estándar. Las líneas-base menores a 20 km. Tiempo de observación cortos (entre 5 y 20 minutos) precisión de $10\text{mm} + 1\text{ppm}$. Se utiliza en levantamientos de control, bases de replanteo, puntos de apoyo...
- Estático continuo sin límite de distancia entre líneas-base. Tiempo de observación que van de semanas a años. Precisión de $2\text{mm} + 1\text{ppm}$. Se utiliza principalmente para redes regionales de apoyo

Red topográfica principal.

Una red topográfica o red básica es un conjunto de puntos de coordenadas conocidas llamados vértices, desde los cuales apoyarse directa o indirectamente para la realización de un trabajo topográfico.

Para la realización de nuestra red utilizaremos el método de estacionamiento estático-rápido. Es un método que trabaja con pseudodistancias y fase, se calculan los incrementos de distancia para el posicionamiento pudiendo alcanzar precisiones de $10\text{mm}+1\text{ppm}$. Emplea tiempos de observación más cortos que el método estático estándar, basándose en la utilización de algoritmos simplificados que resuelven las ambigüedades iniciales.

Las coordenadas finales se calculan en proyección UTM en el huso 30 en el sistema oficial ETRS89

ETRS89.

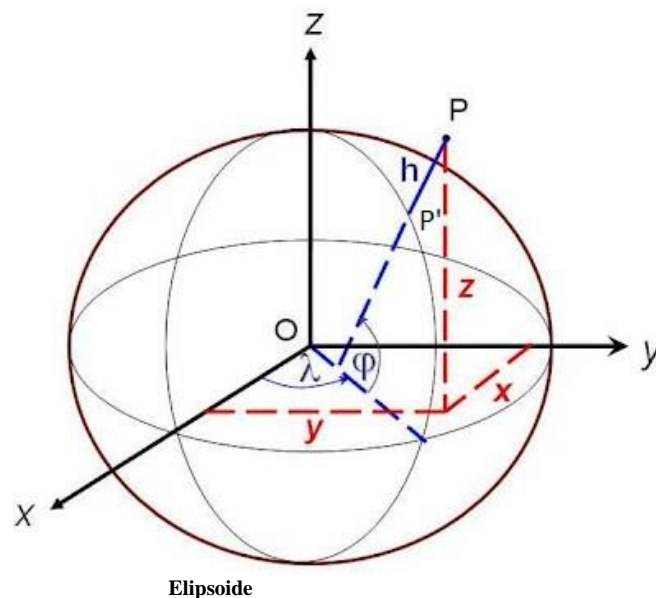
El sistema ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) es el sistema de referencia terrestre adoptado por EUREF que coincide con ITRS en la época de 1989 fijado en la parte estable de la placa euro-asiática.

- Eje Z dirección del polo de referencia IERS correspondiente a la dirección del polo convencional en la época 1984
- Eje X intersección del meridiano de referencia IERS (Greenwich) y el plano que pasando por el origen es perpendicular al eje Z (plano del ecuador).
- Eje Y completando el sistema ortogonal dextrógiro

El elipsoide asociado es el GRS80 definido por:

Semieje mayor a 6378137

Aplanamiento f 1/298257222108827



Proyección UTM.

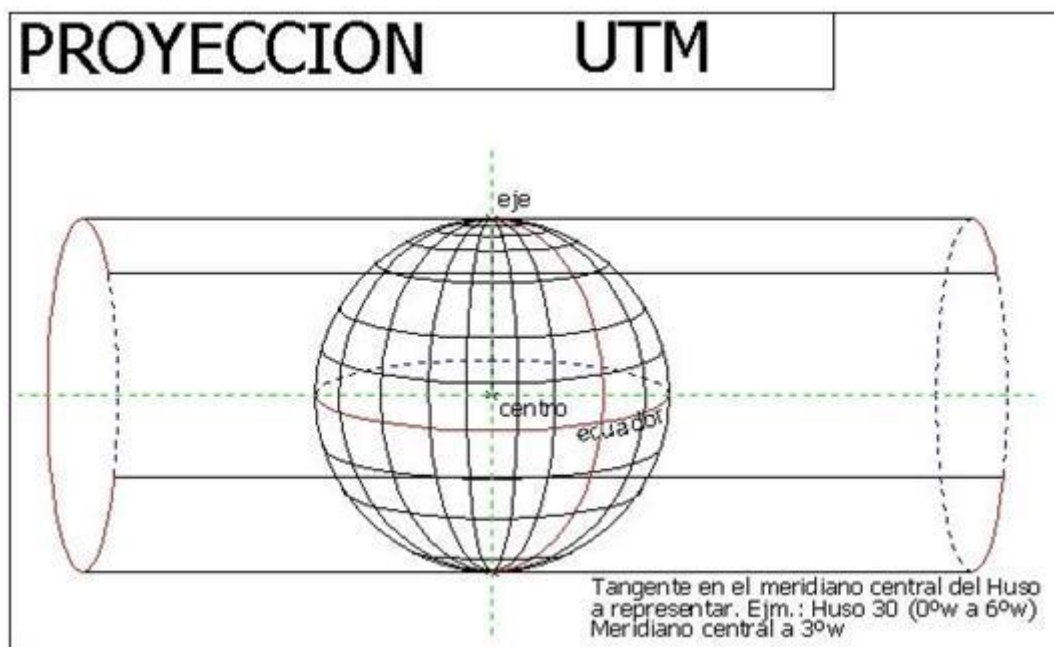
La proyección Universal Transversa Mercator (UTM) Es el Sistema de representación Oficial de la Cartografía Española, Esta proyección corresponde a un desarrollo cilíndrico transverso.

Se basa en una proyección Mercator, en la que el cilindro es tangente a un meridiano; pero su universalidad se logra empleando distintos cilindros, correspondientes a varios meridianos, separados entre sí 6° ; cada huso de 6° emplea un cilindro distinto, de este modo la tierra se divide en 60 husos.

Esta proyección no es aconsejable para zonas polares ya que las deformaciones se incrementan excesivamente cuando se superan los 80° de latitud. Para los polos se aconseja usar la Proyección Estereográfica Polar.

A España le corresponden los husos 27, 28, 29, 30 y 31. Nuestra área de trabajo se encuentra en el huso 30.

El origen de coordenadas se encuentra en la intersección entre el meridiano central del huso y el Ecuador. El eje Y es el meridiano origen o central, y el eje X o de abscisas, es el normal al eje de ordenadas en el origen.



Proyección Mercator

La proyección tiene un falso norte y este para evitar coordenadas negativas.

- Si $\varphi > 0^\circ$ (hemisferio norte) \rightarrow falso este + 500000m; falso norte 0m.
- Si $\varphi < 0^\circ$ (hemisferio sur) \rightarrow falso este + 500000m; falso norte + 10000000m.

Planificación de la red.

Para la planificación, primero obtuvimos las reseñas de los vértices de la red topográfica de Madrid situados en los alrededores del área de trabajo, se utilizaron cuatro vértices (201, 1080 1081 y 1082). Tras descargar las reseñas, se comprobó su localización en el terreno y que estaban debidamente señalizados, estos puntos no serán utilizados como puntos de coordenadas conocidas puesto que su precisión, de unos 10 cm, es demasiado baja para nuestro trabajo, pero nos servirán como control para saber si nuestras coordenadas son correctas. También se descargaron las reseñas de las antenas GNSS permanentes pertenecientes a: IGN, IBEREF y PLANEA

Una vez identificados estos puntos pertenecientes a la red topográfica de Madrid, ayudándonos de las imágenes satélite a escala 1/3000 y tras visitar el terreno se decidieron los demás puntos de la red. El criterio para la elección de estos puntos fue:

- Que se encuentren en zonas con mucha visibilidad, con el fin de que sean fáciles de observar desde otros puntos de estación para poder realizar todas las operaciones necesarias para radiar el parque mediante estación total (cálculo de desorientaciones de la vuelta de horizonte, poligonales, intersecciones inversas, radiaciones...)
- Que se encuentren alejados de árboles y edificios para evitar efectos negativos en la observación (multipack, pérdidas de ciclo...), este apartado fue complicado por la gran densidad de vegetación del parque, para evitar problemas con la vegetación las observaciones se realizaron en invierno pero aun teniendo en cuenta esta precaución, fue necesario la eliminación de varios puntos al realizar el ajuste de la red.
- Que estén distribuidos alrededor y en el interior del parque para dar cobertura a toda la zona.

Instrumental.

El instrumental utilizado consta de 2 receptores GPS bifrecuencia y material auxiliar (trípodes, baterías, flexómetro, clavos y maceta)

Receptores GPS

Leica System 500 (SR530) cada equipo está compuesto por:

- Una antena GPS bifrecuencia. At502
- Una Unidad Central de proceso de la señal GPS.
- Unidad controladora del sistema.
- Dispositivo de estación con plomada óptica.
- Metro de gancho.
- Cable de antena.
- Cable de alimentación.
- Cable para controlar el interfaz de usuario al separarlo del receptor.
- Módem.
- Antena del módem.

Material auxiliar

- Trípodes de marca Wild.
- Baterías externas
- Clavos de 3 centímetros
- Martillo
- Flexómetro

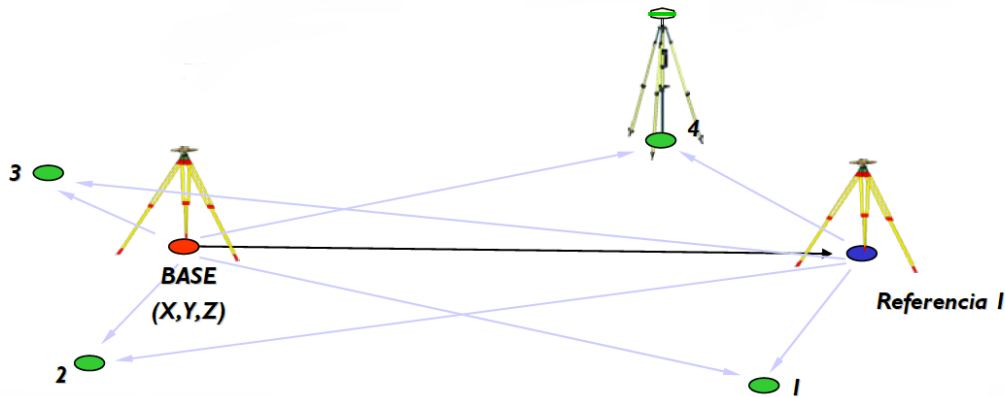


GPS leica System 500

Observación.

Para realizar la observación partimos de la antena del IGNE del cual conocemos sus coordenadas oficiales y la utilizamos como base para enlazar nuestra red con la red topográfica nacional.

La observación se realiza mediante 2 receptores GPS un receptor situado en el vértice 1000 (que coincide con el vértice 201 de la red nacional) y que actuara como referencia y otro receptor GPS que se estacionara en los demás puntos de la red.



Para mejorar el cálculo y el ajuste de la red nos apoyamos de las antenas pertenecientes a las redes IBEREF (MER2) gestionada por Leica y la red PLANEA (3CAN, HENA, ARAN y ESCO) perteneciente a la comunidad de Madrid y gestionada por Topcom.

Configuración de los receptores GPS

- Sistema de coordenadas ETRS89
- Tipo de estación: Estático por defecto.
- La máscara de elevación se configura en 10°
- El intervalo de registro entre épocas en 5 segundos.

Las observaciones fueron de un mínimo de 13 minutos y manteniendo un Gdop inferior a 7 en todo momento y que por lo general se encontraba entre 3 y 5



Primer plano antena móvil al fondo antena de referencia



Cálculo de la red.

El cálculo de la red se realiza con el software informático Leica Geo Office 6.0.

Para realizar nuestra red primero tenemos que crear un trabajo, en el cual debemos indicar el sistema de coordenadas en el cual queremos trabajar, en nuestro caso ETR89-UTM30.

Después descargamos los datos crudos almacenados en las tarjetas de memoria de los receptores GPS. Estos datos se comprueban con los estadillos de campo, importante observar que la hora inicial y final de la observación, la antena y la altura de estación son correctas. También comprobamos las observaciones por si fuese necesario eliminar alguna etapa de observación.

También descargamos datos en formato RINEX de las antenas pertenecientes a la estación IGNE y las pertenecientes a la red IBEREF y PLANEA y los datos de calibración de las antenas puesto que el programa no tiene datos de calibración de antenas no pertenecientes a la marca Leica.

Finalmente descargamos también las efemérides precisas de los satélites en el momento de las observaciones, y el modelo de geoide EGM08_RED NAP para poder obtener altitudes ortométricas.

Con estos datos podremos calcular las líneas-base y realizar el cálculo y ajuste de nuestra red y obtener las coordenadas UTM huso 30 en el sistema ETRS89



Calculo de las líneas-base.

Una línea-base es el vector entre un par de estaciones para las cuales se han grabado datos GPS simultáneos y procesado con técnicas diferenciales.

Para el cálculo de las líneas-base se han tenido en cuenta todas las observaciones, en estático de campo y todas las observaciones de la antena del IGN y las pertenecientes a IBEREF y PLANEA.

Las antenas utilizadas en el cálculo son las siguientes:

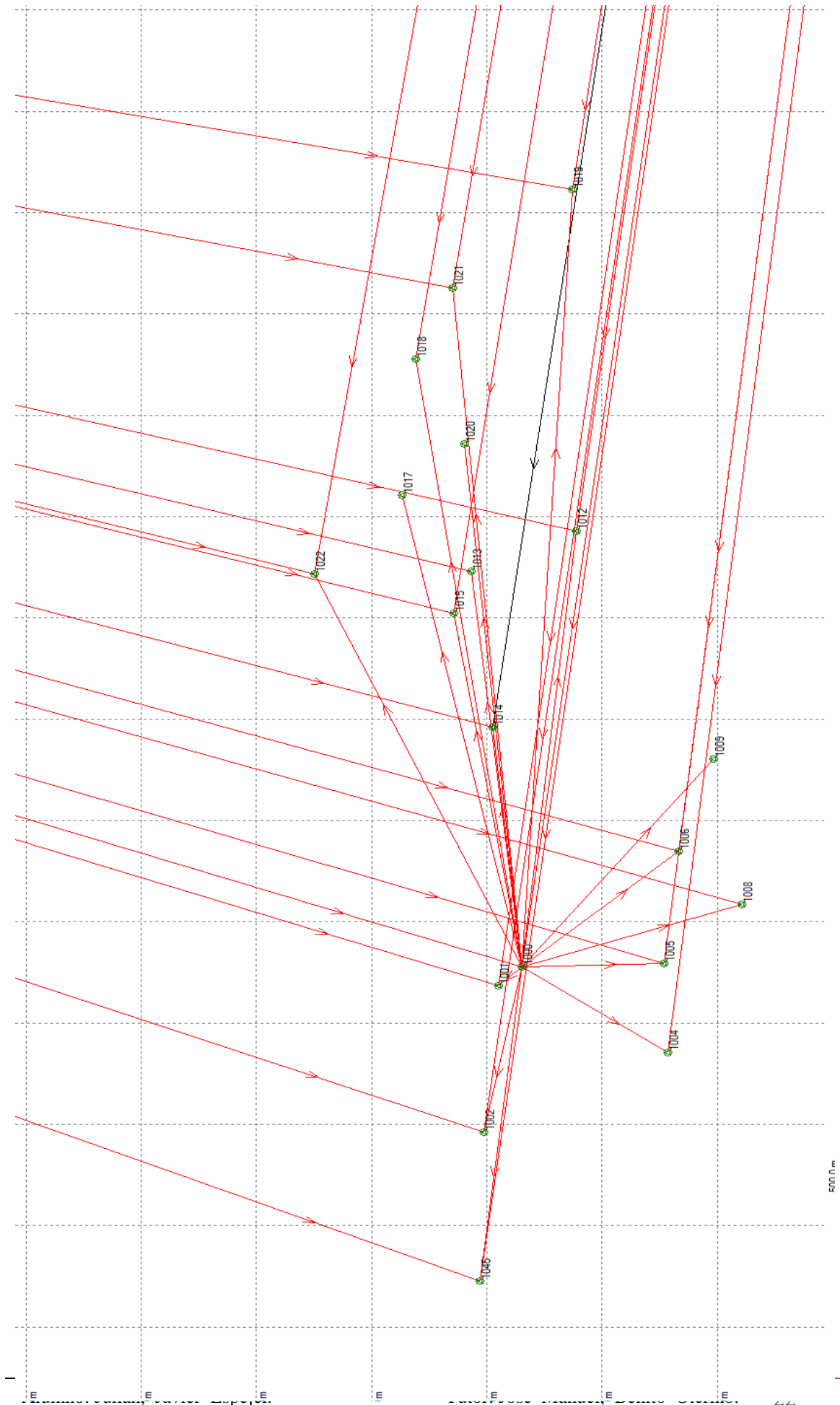
- IGNE. Perteneciente al Instituto Geográfico Nacional. Situada a 5,5km del área de trabajo.
- MER perteneciente a la red IBERREF y situada en la E.T.S.I en Topografía, Geodesia y Cartografía. A 8,7 km de distancia de la zona de trabajo.
- 3CAN, HENA, ARAN y ESCO pertenecientes a la comunidad de Madrid que en un principio se descargaron los datos RINEX pero finalmente se descartaron puesto que debido a la distancia entre estas y el área de trabajo su utilización empeoraba el cálculo.
- También se intentaron descargar los datos de las antenas de la red IBEREF gestionadas por Leica, en especial la estación LEGA que se encuentra cercana a la zona de trabajo, pero la página desde la cual se tiene acceso a los datos RINEX se encontraba caída.

El cálculo de líneas-bases se ha realizado de manera que obtengamos el mayor número de líneas-base lo que nos proporcionara una gran redundancia y así poder obtener las mejores coordenadas posibles.

El primer paso fue seleccionar como estaciones de referencia las estaciones de control IGNE y MER2 (de las cuales conocemos sus coordenadas en ETRS-89) y como móvil la estación 1000 situada en el parque.

Posteriormente, tras calcular las coordenadas de la estación 1000, se selecciona como estaciones de referencia IGNE, MER2 y 1000 y como estaciones móviles los demás vértices de la red.

Id de p...	Clase de...	Inicio	Fin	Duración	Lectura de A...	Tipo de Antena
IGNE	Control	10/03/2014 00:59:44	13/03/2014 00:59:14	71h 59"	0.046	LEAT504GG LEIS
MER2	Control	10/03/2014 07:59:44	10/03/2014 12:59:39	4h 59"	0.149	LEAT504GG LEIS
1000	Ajustado	10/03/2014 10:55:59	10/03/2014 12:56:39	2h 03"	1.534	AT502 en tripode
1001	Ajustado	10/03/2014 10:55:59	10/03/2014 11:10:09	14' 10"	1.576	AT502 en tripode
1002	Ajustado	10/03/2014 11:18:39	10/03/2014 11:32:04	13' 25"	1.520	AT502 en tripode
1045	Ajustado	10/03/2014 11:38:44	10/03/2014 11:51:59	13' 15"	1.611	AT502 en tripode
1004	Ajustado	10/03/2014 12:03:24	10/03/2014 12:16:39	13' 15"	1.453	AT502 en tripode
1005	Ajustado	10/03/2014 12:21:49	10/03/2014 12:35:19	13' 30"	1.481	AT502 en tripode
1006	Ajustado	10/03/2014 12:41:54	10/03/2014 12:55:14	13' 20"	1.473	AT502 en tripode
MER2	Control	10/03/2014 07:59:44	11/03/2014 08:59:39	59' 55"	0.149	LEAT504GG LEIS
MER2	Control	11/03/2014 08:59:44	11/03/2014 09:59:39	59' 55"	0.149	LEAT504GG LEIS
1000	Ajustado	11/03/2014 09:34:49	11/03/2014 12:13:09	2h 38"	1.526	AT502 en tripode
MER2	Control	11/03/2014 09:59:44	11/03/2014 10:59:39	59' 55"	0.149	LEAT504GG LEIS
1008	Ajustado	11/03/2014 10:01:44	11/03/2014 10:15:19	13' 35"	1.872	AT502 en tripode
1009	Ajustado	11/03/2014 10:21:34	11/03/2014 10:34:54	13' 20"	1.866	AT502 en tripode
MER2	Control	11/03/2014 10:59:44	11/03/2014 11:59:39	59' 55"	0.149	LEAT504GG LEIS
1012	Ajustado	11/03/2014 11:16:29	11/03/2014 11:29:44	13' 15"	1.477	AT502 en tripode
1013	Ajustado	11/03/2014 11:34:39	11/03/2014 11:47:54	13' 15"	1.492	AT502 en tripode
1014	Ajustado	11/03/2014 11:55:24	11/03/2014 12:08:39	13' 15"	1.462	AT502 en tripode
MER2	Control	11/03/2014 11:59:44	11/03/2014 12:59:39	59' 55"	0.149	LEAT504GG LEIS
MER2	Control	12/03/2014 07:59:44	12/03/2014 08:59:39	59' 55"	0.149	LEAT504GG LEIS
MER2	Control	12/03/2014 08:59:44	12/03/2014 09:59:39	59' 55"	0.149	LEAT504GG LEIS
1000	Ajustado	12/03/2014 09:23:39	12/03/2014 12:12:44	2h 49'	1.495	AT502 en tripode
1015	Ajustado	12/03/2014 09:23:49	12/03/2014 09:45:04	13' 15"	1.385	AT502 en tripode
MER2	Control	12/03/2014 09:59:44	12/03/2014 10:59:39	59' 55"	0.149	LEAT504GG LEIS
1019	Ajustado	12/03/2014 10:16:49	12/03/2014 10:30:04	13' 15"	1.519	AT502 en tripode
1018	Ajustado	12/03/2014 10:40:49	12/03/2014 10:54:04	13' 15"	1.331	AT502 en tripode
MER2	Control	12/03/2014 10:59:44	12/03/2014 11:59:39	59' 55"	0.149	LEAT504GG LEIS
1017	Ajustado	12/03/2014 11:00:29	12/03/2014 11:13:44	13' 15"	1.335	AT502 en tripode
1020	Ajustado	12/03/2014 11:17:44	12/03/2014 11:30:59	13' 15"	1.523	AT502 en tripode
1021	Ajustado	12/03/2014 11:36:19	12/03/2014 11:48:44	12' 25"	1.592	AT502 en tripode
1022	Ajustado	12/03/2014 11:58:49	12/03/2014 12:12:09	13' 20"	1.439	AT502 en tripode
MER2	Control	12/03/2014 11:59:44	12/03/2014 12:59:39	59' 55"	0.149	LEAT504GG LEIS
MER2	Control	12/03/2014 12:59:44	12/03/2014 13:59:39	59' 55"	0.149	LEAT504GG LEIS



Ajuste de la red.

Una vez calculadas las líneas-base con redundancia de datos se realiza un ajuste por medio del método de mínimos cuadrados, el método de mínimos cuadrados dice que: suponiendo que todas las observaciones son incorreladas y de igual precisión, la suma de los cuadrados de los residuos de las observaciones debe ser mínima.

$$\phi = v_1^2 + \dots + v_n^2 = \sum_{i=1}^n v_i^2 \quad \text{MINIMO}$$

Para cálculo de las coordenadas por el método de mínimos cuadrados partimos de la expresión:

$$V = Ax - L$$

Siendo V: la matriz columna de residuos

Siendo A: la matriz de diseño tienen tantas filas como ecuaciones intervengan en el cálculo y tantas columnas como incógnitas.

Siendo x: matriz columna de incógnitas

Siendo L: matriz columna de observaciones

La matriz x de incógnitas se puede obtener mediante la expresión:

$$x = (A^t P A)^{-1} \cdot (A^t P L) \quad P = \text{matriz de pesos}$$

El programa Leica Geooffice calcula automáticamente el ajuste por mínimos cuadrados y tras realizar el cálculo siempre que tengamos puntos fijos de coordenadas conocidas realiza una serie de pruebas para comprobar la calidad de los datos obtenidos.

Las pruebas que realiza son:

- Alpha (multidimensional). Nivel de significancia de la prueba F multidimensional.
- Alpha (unidimensional) Nivel de significancia de la prueba W unidimensional.
- Beta Peso de todas las pruebas.
- Sigma a-priori (GPS). Valor introducido que compensará la naturaleza, generalmente optimista, de las desviaciones estándar GPS.
- Valor crítico de la Prueba W. Valor por arriba del cual fallará una observación en caso de aplicar la prueba W. Es una prueba de una dimensión.
- Valor crítico de la Prueba T. Valor por arriba del cual fallará una observación en caso de aplicar la prueba T. Se aplicará la prueba de 1, 2 o 3 dimensiones dependiendo de la observación o del tipo de coordenadas que se analizarán.
- Valor crítico de la Prueba F. Prueba de toda la red. Valor general que debe ser cercano a 1.
- Prueba F. Resultado de la Prueba F, el cual confirma la eficacia del modelo estocástico de toda la red (sigma a posteriori)

Para el ajuste de nuestra red usamos como puntos fijos la antena del IGNE y MER2 de las cuales tenemos coordenadas en el sistema ETRS89 y como estación de referencia la estación 1000. Los resultados son muy satisfactorios puesto que en nuestro ajuste obtenemos un valor de la prueba F de 0,59, lo cual nos indica que nuestro ajuste es tolerable. Los cálculos del ajuste se encuentran en el anexo I

Obtención de coordenadas UTM.

Una vez obtenidas las coordenadas geodésicas ETRS89 podemos calcular las coordenadas proyectadas UTM huso 30 y las coordenadas cartesianas.

Las coordenadas cartesianas las podemos calcular mediante la siguiente expresión.

$$\begin{aligned}X &= (N + h)\cos\varphi\cos\lambda \\Y &= (N + H)\cos\varphi\sin\lambda \\Z &= (N(1 - e^2) + h)\sin\varphi\end{aligned}$$

Siendo:

- N la normal: $N = \frac{a}{(1 - e^2 \cdot \sin^2\varphi)^{1/2}}$
- φ, λ, h : son las coordenadas geodésicas
- e^2 : excentricidad del elipsoide $e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$

Las coordenadas proyectadas UTM30 las podemos obtener obtenemos a partir de la siguiente formula.

$$E = 500000 + K_0 \cdot x$$

$$N = K_0 y$$

Siendo:

- K_0 coeficiente de anamorfosis lineal, varia con las coordenadas geográficas, para España se tiene un coeficiente de anamorfosis lineal medio de 0,9996.
- $x = \lambda \cdot N \cdot \cos(\varphi) + \frac{\lambda^6}{6} \cdot N \cdot \cos^3(\varphi) \cdot (1 - \tan^2(\varphi) + \eta^2) + \frac{\lambda^5}{120} \cdot N \cdot \cos(\varphi)^5 \cdot (5 - 18\tan(\varphi)^2 + \tan(\varphi)^4 + 14\eta^2 - 58\eta^2 \tan(\varphi))$
-
- $y = L.a.m + \frac{\lambda^2}{2} \cdot N \cdot \tan(\varphi) \cdot \cos^2(\varphi) + \frac{\lambda^4}{24} \cdot N \cdot \tan(\varphi) \cdot \cos^4(\varphi) \cdot (5 - \tan^2(\varphi) + 9\eta^2 + 4\eta^4) + \frac{\lambda^6}{720} \cdot N \cdot \tan(\varphi) \cdot \cos^6(\varphi) \cdot (61 - 58\tan^2(\varphi) + \tan^4(\varphi) + 270\eta^2 - 330\eta^2 \cdot \tan^2(\varphi))$

Con $N = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2\varphi)^{1/2}}$; $\eta^2 = e^2 \cos^2\varphi$ y $L.a.m$ longitud arco meridiano

$$L.a.m = m \cdot \varphi - n \cdot \sin(2\varphi) + p \cdot \sin(4\varphi) - g \cdot \sin(6\varphi)$$

Siendo: $m = Aa(1 - e^2)$ $n = \frac{B}{2}a(1 - e^2)$

$$p = \frac{C}{4}a(1 - e^2) \quad q = \frac{D}{6}a(1 - e^2)$$

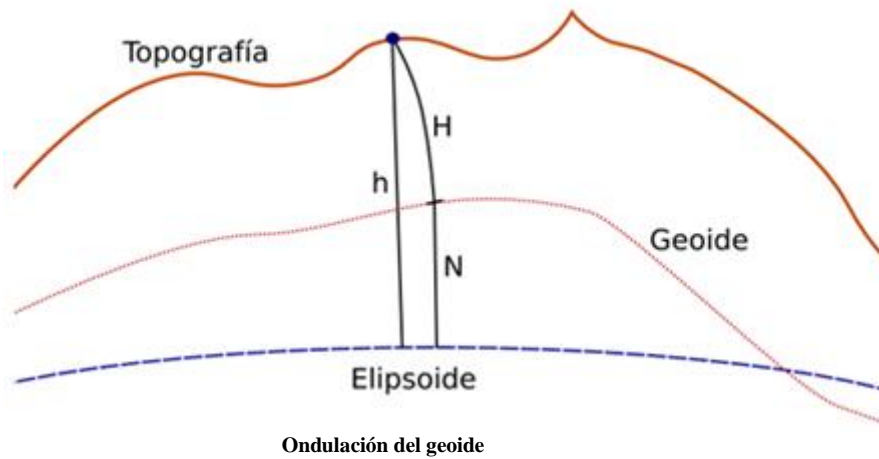
Para calcular A, B, C, D utilizamos las expresiones:

$$A = 1 + \frac{3}{4}e^2 + \frac{45}{64}e^4 + \frac{175}{256}e^6 \quad B = \frac{3}{4}e^2 + \frac{15}{16}e^4 + \frac{525}{256}e^6$$

$$C = \frac{15}{64}e^4 + \frac{105}{256}e^6 \quad D = \frac{35}{512}e^6$$

El programa Leica Geo office nos realiza este cálculo automáticamente por lo que no es necesaria la realización de ninguna de los cálculos anteriormente expuestos.

Para poder obtener altitudes ortométricas, tendremos que asignar el modelo del geoide EGM08_RED NAP a nuestro sistema de coordenadas y el programa nos calculará la ondulación del geoide para cada punto y en función de la altitud elipsoidal, calculará la altitud ortométrica.



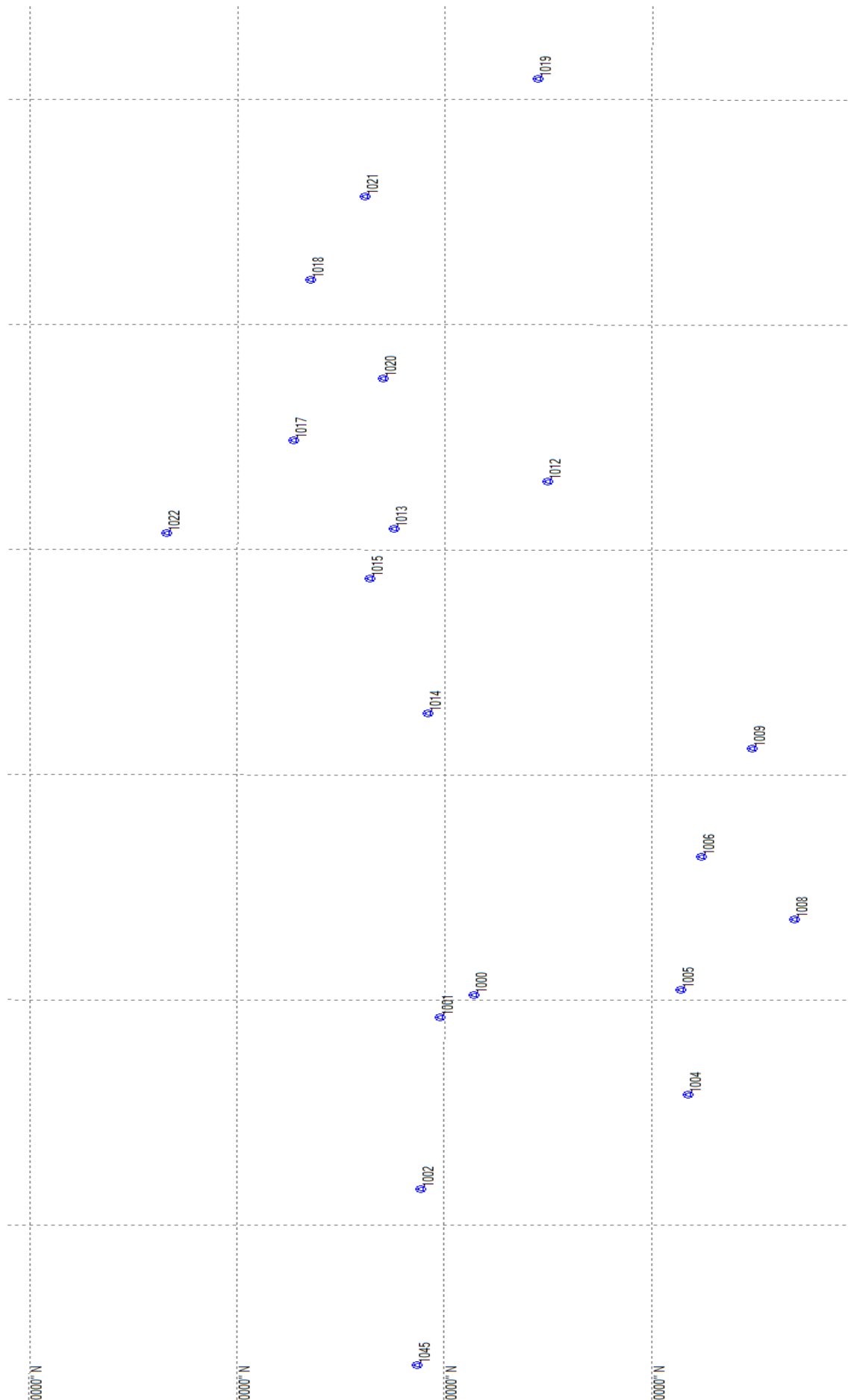


Resultados y observaciones.

Una vez realizados todos los cálculos anteriormente descritos se obtuvieron las coordenadas de los vértices de nuestra red 1000, 1001, 1002, 1004, 1005, 1006, 1008, 1009, 1012, 1013, 1014, 101, 1017, 1018, 1019, 1020, 1021, 1022 y 1045.

También fueron medidos los vértices:

- 1003 que coincide con el vértice de la red topográfica nacional 7686, pero tuvo que ser eliminado del cálculo puesto que durante la observación se perdió la señal con los satélites.
- 1007 fue eliminado porque una vez realizado el cálculo teníamos mucho error en la medida de altitud lo cual fue producido posiblemente por anotar de manera errónea la altitud del instrumento.
- 1010 que se eliminó por idéntico motivo que el vértice 1003.
- 1016 en un principio fue medido y calculado sin ningún problema pero cuando se realizó la densificación de la red mediante topografía clásica (poligonal e intersección inversa) el clavo que hacía de señal desapareció, por lo que se eliminó este vértice al no haberse efectuado ninguna medida ni directa ni indirectamente desde este vértice.



Como se puede observar en el ajuste de la red (anexo I) los cálculos son tolerables y el resultado es muy satisfactorio porque en todos los vértices se obtiene una precisión superior a los 2cm, lo cual nos permitirá una vez realizada la densificación de la red y la radiación obtener coordenadas dentro de la precisión final exigida para el trabajo (10cm).

Los resultados finales de la red son los siguientes.

ID	E	N	alt elip	altura ort	ond geoid	pos+alt
1000	438055,431	4472269,331	679,086	627,967	-51,119	0,004
1001	438036,602	4472290,107	678,714	627,595	-51,119	0,008
1002	437892,470	4472302,793	676,356	625,237	-51,119	0,009
1004	437970,942	4472143,072	666,269	615,150	-51,119	0,010
1005	438058,857	4472146,344	662,097	610,978	-51,119	0,009
1006	438169,886	4472133,596	661,588	610,469	-51,119	0,009
1008	438117,163	4472078,821	666,492	615,374	-51,119	0,010
1009	438260,657	4472102,940	664,249	613,130	-51,118	0,012
1012	438485,351	4472222,698	666,961	615,843	-51,117	0,009
1013	438445,960	4472313,968	663,922	612,805	-51,117	0,010
1014	438291,749	4472294,987	670,578	619,460	-51,118	0,009
1015	438404,899	4472328,834	659,387	608,270	-51,117	0,009
1017	438521,157	4472373,458	654,020	602,903	-51,117	0,012
1018	438655,368	4472361,975	644,883	593,766	-51,117	0,011
1019	438822,962	4472225,502	649,155	598,038	-51,116	0,009
1020	438572,036	4472319,405	658,512	607,396	-51,117	0,012
1021	438725,254	4472329,392	642,885	591,769	-51,117	0,009
1022	438443,441	4472449,771	651,283	600,166	-51,117	0,008
1045	437745,252	4472305,999	670,232	619,113	-51,120	0,009

Como fue mencionado con anterioridad, 4 vértices coinciden con los vértices de la red topográfica de Madrid cuyos puntos los usamos como control, estos tienen una precisión de unos 10cm, por lo tanto es de esperar que nuestras coordenadas sean mejores, pero comparando ambas podemos comprobar que nuestro cálculo es correcto, puesto que si las coordenadas discrepasen en más de 10cm podrían estar indicando que hemos cometido algún error en el cálculo.

ID	coordenadas calculadas en la red			coordenadas red topografica nacional		
	E	N	alt elip	E	N	alt elip
1000	438055,431	4472269,331	679,086	438055,427	4472269,306	679,156
1001	438036,602	4472290,107	678,714	438036,604	4472290,099	678,751
1015	438404,899	4472328,834	659,387	438404,911	4472328,798	659,390
1022	438443,441	4472449,771	651,283	438443,448	4472449,775	651,314

Calculando la diferencia obtenemos:

ID	diferencia			
	E	N	alt elip	total
1000	0,004	0,025	-0,070	0,074
1001	-0,002	0,008	-0,037	0,038
1015	-0,012	0,036	-0,003	0,038
1022	-0,007	-0,004	-0,031	0,032

Las reseñas de los vértices, tanto de los calculados para el proyecto como los pertenecientes a las antenas IGN, MER2 y los vértices de la red topográfica de Madrid (201, 1080 1081 y 1082), están incluidos en el anexo II



Distribución de los vértices de la red principal

Red secundaria

Introducción.

En esta fase del proyecto se pretende densificar la red principal calculada mediante sistemas GNSS, con el fin de tener suficientes estaciones desde las cuales poder obtener coordenadas, mediante el método de radiación, a los puntos necesarios para realizar nuestra cartografía.

Esta densificación se ha realizado mediante topografía clásica, utilizando dos métodos de levantamiento de puntos: la intersección inversa y la poligonal.

Instrumental

El instrumental necesario para esta fase del proyecto consta de una estación total y material auxiliar (trípode, jalón, prisma, trípode, flexómetro, martillo, spray y clavos)

Estación total.

Se denomina estación total, ET, a un instrumento electro-óptico cuyo objetivo principal, inicialmente, es la medida de ángulos y distancias apoyándose en la tecnología electrónica; consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico. Constituye, por tanto, un taquímetro electrónico.

Algunas de las características más elementales que incorpora son: teclado alfanumérico y pantalla de cristal líquido (LCD), leds de avisos, iluminación independiente de la luz solar, calculadora y distanciómetro electrónico (EDM) Dispone de niveles electrónicos que facilitan la tarea de estacionamiento, así como de un compensador de doble eje que prácticamente elimina la influencia del error de verticalidad.

Viene provista de diversos programas sencillos que permiten, entre otras capacidades, la captura automatizada de los datos de observación y su registro en dispositivos que facilitan la transferencia al ordenador, el cálculo de coordenadas en campo, el replanteo de puntos de manera sencilla y eficaz y el cálculo de acimutes y distancias.

Las ET también disponen de un menú de calibración que facilita la incorporación, a la memoria del microprocesador, de los valores de los errores instrumentales para proporcionar lecturas angulares y de distancias exentas, prácticamente, de la influencia de dichos errores.

Las capacidades técnicas que caracterizan a las ET son:

Almacenamiento de datos: las ET cuentan con una memoria interna y con una memoria externa. Además, habitualmente, disponen de entrada USB 2.0, lo que las hace compatibles con la mayoría de dispositivos USB de memoria. La opción de usar las conexiones citadas de internet o GPS permite el envío de los datos directamente al gabinete, lugar o dispositivo deseado. El tipo de dato que generan y almacenan las ET es variable: desde datos de tipo escalar (mediciones) a tipo espacial (bocetos, modelados 3D, nubes de puntos, etc.).

Medida electromagnética de distancias: Los sistemas EDM más precisos en topografía, permiten obtener precisiones del orden de hasta 1mm+1ppm. Se utilizan dos sistemas: medida por tiempo de vuelo o medida por diferencia de fase. Los sistemas ópticos de colimación permiten funcionar prescindiendo de prisma en un rango de hasta 2000m. Estos sistemas emiten un rayo láser coaxial sobre el punto a visar. Haciendo uso de prisma, el alcance puede llegar a los 6km en ET convencionales.

Medida de ángulos: sistemas avanzados de medida de ángulos por limbos codificados, con diversos puntos de lectura de alta precisión, alcanzan apreciaciones menores de 1''.

Controlador: la disposición de un controlador, facilita el manejo a distancia de la ET y la portabilidad de los datos de la observación que se pueden visualizar, comprobar y editar dónde y cuándo sea necesario, sin necesidad de disponer de la ET ni de un ordenador. Cuentan con batería interna y, generalmente incorporan tecnología Bluetooth lo que facilita la transferencia de datos entre diferentes controladores en el campo.

Para nuestro trabajo utilizamos la estación total Leica 1202+ que posee las siguientes características.

- Telescopio: 30 aumentos, apertura libre del objetivo de 40mm, campo visual de $1^{\circ}30'$ ($1,66^{\text{gon}}$), enfoque de 1.7 m a infinito.
- Plomada laser. Precisión de centrado de 1mm a 1,5m y diámetro haz laser de 2mm a 1,5m
- Medición de ángulos: Precisión Hz, V: de $2''$ ($0,6^{\text{cc}}$), mínima lectura de $0,1''$ ($0,1^{\text{cc}}$). Método absoluto continuo, promediado horizontal. Compensador centralizado de doble eje con una precisión de ajuste de $0,5''$ ($0,2^{\text{cc}}$)
- Medición de distancias: tiene un alcance de 3500 metros y una precisión de $1\text{mm} + 1,5\text{ppm}$.



Comprobación instrumental

Antes de comenzar a trabajar se debe comprobar que el instrumental es el adecuado para la realización del trabajo y que este instrumental se encuentre en perfectas condiciones.

Lo primero que se debe realizar es la comprobación de los errores sistemáticos de la estación, sobre todo si este aparato no es el usado habitualmente. Los errores sistemáticos son:

Error de colimación horizontal

Este error aparece cuando existe una falta de perpendicularidad entre el eje de colimación y el eje secundario o de muñones. Para detectarlo se observa un punto en posición del anteojo CD y CI. El punto debe tener una visual que sea prácticamente horizontal. Si diferencia de las lecturas observadas en posición CD y CI es $\pm 200^g$ está exento de la influencia de este error.

Error de colimación vertical.

Para que un instrumento no tenga este error, la suma de la lectura cenital en CD y CI ha de resultar de 400^g . De no ser así la diferencia entre 400 y la suma de las lecturas observadas será el doble del error.

Error de muñones.

Este error se debe a una falta de perpendicularidad entre el eje principal y el eje secundario o de muñones del instrumento. Para detectarlo se utiliza la observación por CD y CI. En este caso, al anularse en visuales horizontales, la visual ha de ser lo más inclinada posible. Si la diferencia de las lecturas CD y CI es $\pm 200^g$ está exento de la influencia de este error.

La estación Leica 1202 nos permite calcular y corregir o al menos minimizar estos errores realizando visuales en CD y CI a puntos perfectamente definidos que se encuentren a cierta distancia.

También es necesario comprobar los jalones, puesto que es habitual que la altura que marca el jalón no se corresponda con su altura real.

Para evitar errores en la medida de distancias introducimos los valores de presión altitud y temperatura aproximadas que tenemos en nuestra zona de trabajo. Si el trabajo precisase medida de distancias largas estos valores deben ser introducidos con bastante precisión pero en nuestro caso al tratarse de distancias inferiores a 300 metros es suficiente con unos datos aproximados.

Una vez comprobados y eliminados, o al menos reducidos, los errores sistemáticos, estimamos los errores accidentales que se puedan producir en nuestro trabajo.

A partir de estos errores accidentales podemos calcular los errores máximos a priori que podríamos estar cometiendo y de esta manera calcular las tolerancias y precisiones de nuestro trabajo.

Error total accidental acimutal

Permite cuantificar la incertidumbre en la lectura de ángulos horizontales.

Este error se calcula haciendo la componente cuadrática de los errores de verticalidad, dirección, puntería y lectura.

$$\text{Error total acimutal: } e_a = \sqrt{e_v^2 + e_d^2 + e_p^2 + e_l^2}$$

Siendo:

- e_v . error de verticalidad: es función de la precisión del nivel tubular del Aparato. En este caso, la estación disponía de un compensador de doble eje, por lo que la cota máxima de error previsible será igual a la precisión del compensador ($2''$), teniendo en cuenta la precisión en la lectura de nuestra estación ($6''$), este error es despreciable.

$$e_v = 0$$

- e_d . error de dirección: depende a su vez del error de señal (e_s), del error de estacionamiento (e_e) y de la distancia entre el punto visado y la estación. Consideramos como error de señal 5mm y estacionamiento de 2mm por disponer de plomada laser y como distancia 23m que es la distancia mínima en nuestras observaciones.

$$e_d = \frac{e_e + e_s}{D} \cdot \left(\frac{200}{\pi}\right) \approx 62''$$

- e_p . error de puntería: depende de Ca, K y A. tomamos como Ca=100, K=2,5 y A=30

$$e_p = \frac{Ca}{A} \cdot k \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 6''$$

- e_l . error de lectura: al tener la estación un sistema electrónico de lectura de ángulos, tomaríamos como valor para este error la precisión de la estación total $6''$ pero como además nos encontramos en condiciones de viento y la lectura varía constantemente, estimamos este error en $10''$.

$$e_l = 10''$$

El error total accidental acimutal medio, para una observación angular en nuestras poligonales, se ha estimado en $63''$, pero se calculara este error en cada poligonal realizada puesto que cada poligonal presenta unas características diferentes.

$$e_a = \sqrt{e_v^2 + e_d^2 + e_p^2 + e_l^2} = 63''$$

Error total accidental cenital

Cuantifica la incertidumbre en la lectura de ángulos cenitales debida a errores accidentales del aparato, a partir de él se calcula el error en los desniveles.

Se calcula como la componente cuadrática de los errores de verticalidad, puntería y lectura

$$\text{Error total cenital: } e_c = \sqrt{e_v^2 + e_p^2 + e_l^2}$$

Siendo:

- e_v . error de verticalidad: es función de la precisión del nivel tubular del aparato, se hace despreciable al disponer de compensador de doble eje en la estación total al igual que en el caso del error total accidental acimutal.

$$e_v = 0$$

- e_p . error de puntería: calculado con una expresión análoga a la utilizada para el error angular acimutal

$$e_p = \frac{Ca}{A} \cdot k \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 6^{cc}$$

- e_l . error de lectura: al igual que en el error acimutal tomamos como valor para este error el mismo que en el caso anterior.

$$e_l = 10^{cc}$$

El error total accidental cenital en todas nuestras poligonales será de 11^{cc} , este error si será igual para todas las poligonales, puesto que todas se han realizado con el mismo operador y material y este error no depende de la distancia de las visuales.

$$e_c = \sqrt{e_v^2 + e_p^2 + e_l^2} = 11^{cc}$$

Error en la medida electromagnética de distancias

Cuantifica el error en la medida electromagnética de distancias. Se calcula como componente cuadrática de los errores de instrumental, señal, estación y jalón.

$$\text{Error total de distancias: } e_d = \sqrt{e_i^2 + e_e^2 + e_s^2 + e_j^2}$$

Siendo:

- e_i . error de instrumental: lo aporta el fabricante y en nuestro caso es: 1mm + 1,5 ppm

$$e_i = 1mm + 1,5ppm$$

- e_e y e_s . error estación y error de señal: como hemos visto con anterioridad los tomamos como 2mm y 5mm respectivamente.
- e_j . error de jalón: siendo β el ángulo vertical del jalón y m la altura de horizonte. Tenemos como m: 1,3m y como β : 25°

$$e_j = m \operatorname{seno}(\beta) \approx 5mm$$

El error total en la medida de distancias de nuestras poligonales será de 5mm

$$e_d = \sqrt{e_i^2 + e_e^2 + e_s^2 + e_j^2} \approx 5mm$$

Error accidental en la medida de un desnivel.

Cuantifica la incertidumbre en la medida de desniveles. Se obtiene como componente cuadrática de los errores cometidos al medir la altura de instrumento y jalón y el error denominado t en la medida de desniveles

$$\text{El error total en medida de altitudes: } e_z = \sqrt{e_i + e_m + e_t}$$

Siendo:

- e_i y e_m (error en la medida de estación y jalón). Lo cuantificamos en 5mm

$$e_i = e_m = 5mm$$

- e_t .(error en la medida de desniveles)

$$e_t = \sqrt{(e_d^2 \cos^2 v) + D^2 \operatorname{seno}^2(e_v)} \approx 14mm$$

En nuestro caso tendremos un error en la medida de altitudes de 16mm

$$e_z = \sqrt{e_i + e_m + e_t} \approx 16mm$$

Poligonal

Introducción.

Un itinerario o poligonal es una sucesión encadenada de radiaciones, donde se debe obtener como resultado final las coordenadas ajustadas (X, Y, H) de los puntos de estación.

Se parte de un punto de coordenadas conocidas y se llega a otro también de coordenadas conocidas. Desde el punto inicial y final se visará a una referencia, también de coordenadas conocidas, como mínimo. Esto permite controlar la bondad de la observación y realizar el ajuste oportuno.

El método de poligonación consta del siguiente procedimiento. Se estaciona en un punto A y se sitúa por radiación en punto B. Posteriormente se estaciona en B y, tomando como referencia la dirección BA se radia C. Estacionando en C, de modo análogo, se sitúa el punto D y así se continúa sucesivamente hasta fijar el último punto que se desee, tal que el E. El cálculo y ajuste proporciona coordenadas fiables de todos los puntos del itinerario.

Normalmente, con una poligonal lo que se pretende es situar una serie de puntos B, C,... a partir de otro A, previamente conocido, desde el que se dispone de acimutes a direcciones (referencias) también conocidas.

Observación.

En nuestro caso se realizó a la vez la poligonal y la radiación (explicado en el siguiente capítulo). La forma de proceder es la siguiente. Primero observamos la poligonal por el método de vueltas de horizonte y una vez realizadas las observaciones necesarias, radiamos los puntos necesarios para la realización de nuestra cartografía.

Los métodos de observación de una poligonal pueden ser: método de vueltas de horizonte, método de pares sobre una referencia, método mixto, y el método de las combinaciones binarias, aunque este último método se utiliza habitualmente en triangulaciones de gran precisión. Debido a la precisión requerida se efectuó la observación por el método de vueltas de horizonte, puesto que es el método más rápido y nos proporciona precisión suficiente para realizar los posteriores cálculos.

La observación por el método de vueltas de horizonte, consiste en observar a una referencia bien definida, en nuestro caso antenas de edificios lo más lejanos posible y después observamos en CD en sentido de las agujas del reloj el vértice anterior y posterior de la poligonal y vértices de coordenadas conocidas en caso de ser vértice inicial o final y cerramos sobre la referencia. En caso de que la diferencia de lecturas entre la primera y la última observación sean tolerables se realiza una vuelta de campana y observamos los mismos puntos en CI y en sentido opuesto cerrando nuevamente en la referencia. Se calcula el error de cierre para comprobar que este sea tolerable y dar por buena la observación.

El cálculo de la poligonal se puede realizar a mano, mediante hojas de cálculo y mediante software informático, en nuestro caso se ha realizado el cálculo de dos modos: con hojas de cálculo Microsoft Excel y mediante el software informático Topcal21.

Cálculo de la poligonal.

El primer paso para calcular la poligonal es comprobar la bondad de nuestra observación, puesto que hemos realizado las observaciones en CD y CI podremos calcular el error cometido para saber si es tolerable, de ser así compensarlo y de esta manera obtener las lecturas corregidas.

$$LH_{CD} - (LH_{CI} \pm 200) \leq T \quad LH_{corregida} = \frac{LH_{CD} + (LH_{CI} \pm 200)}{2}$$

$$(LV_{CD} + LV_{CI}) - 400^g \leq T \quad LV_{corregida} = \frac{LV_{CD} - LV_{CI} + 400}{2}$$

$$T = e_a \sqrt{2}$$

Una vez obtenidas todas las observaciones corregidas se procede al cálculo de la desorientación de los vértices inicial y final, puesto que conocemos las coordenadas del punto de estación y las coordenadas de los vértices que observamos como referencia, podremos calcular la desorientación del siguiente modo.

$$\theta = \text{atan}\left(\frac{\Delta E}{\Delta N}\right) \quad \Sigma = \theta - LH$$

Si observamos a más de un vértice de coordenadas conocidas tendremos más de una desorientación que por lo general no serán estrictamente iguales y se calculará la desorientación como la media de todas las desorientaciones calculadas siempre que las diferencias entre estas sean tolerables.

$$e_{\Sigma} = \text{promedio}(\Sigma) - \Sigma \leq T \quad T = e_a \sqrt{2} \quad \Sigma = \text{promedio}(\Sigma)$$

Para el cálculo de los acimutes de los ejes, partimos de la desorientación del primer punto de estación y vamos calculando sucesivamente todos los acimutes y desorientaciones del resto de vértices hasta llegar a calcular la desorientación del último vértice.

$$\theta = \Sigma + LH \quad \Sigma = \theta - LH \quad \theta_A^B = \theta_B^A \pm 200^g$$

Cuando tenemos calculada la desorientación del último vértice esta no será estrictamente igual a la desorientación dato calculada anteriormente, por lo que podremos calcular el error de cierre y de ser tolerable compensarlo.

$$e_{\theta} = \Sigma_{obs} - \Sigma_{dato} \leq T \quad T = e_a \sqrt{2n} \quad n = \text{numero de vertices}$$

Si las observaciones son tolerables compensaremos los acimutes calculados.

$$com = -\frac{e_{\theta}}{n} \quad \theta_{com} = \theta_{obs} + (-com) \cdot n_i \quad n_i = \text{numero del vertice}$$

Una vez obtenidos los acimuts será necesario calcular las distancias en proyección UTM para lo cual primero calcularemos las distancias reducidas en ambas direcciones, directa y recíproca, una vez obtenidas calculamos la diferencia entre las distancias y en caso de ser tolerable se cogerá la distancia media entre las 2 observaciones.

$$D = Dg \cdot \text{seno}(LV) \quad D_{red} = \frac{D_{directa} + D_{reciproca}}{2}$$

$$D_{directa} - D_{reciproca} \leq e_d \sqrt{2} = T$$

Finalmente cuando tengamos la distancia reducida promediada calcularemos la distancia en proyección UTM.

$$D_{elip} = \frac{D_{red} \cdot R_t}{R_t + H_{media}} \quad D_{UTM} = D_{elip} \cdot K \quad \text{Siendo } K = 0,999691090$$

Una vez obtenidos los acimuts y las distancias podremos calcular los incrementos de coordenadas entre los diferentes vértices de nuestra poligonal.

$$\Delta E = D_{UTM} \cdot \text{seno}(\theta) \quad \Delta N = D_{UTM} \cdot \cos(\theta)$$

Puesto que conocemos las coordenadas de los puntos inicial y final, podremos calcular el error de cierre planimétrico, descompuesto en sus dos componentes e_E y e_N y de ser tolerables compensarlos. La tolerancia será el mayor valor entre el error transversal debido a la medida de ángulos y el longitudinal debido a la medida de distancias.

$$e_E = \Delta E_{obs} - \Delta E_{dato} \quad e_N = \Delta N_{obs} - \Delta N_{dato} \quad e_{EN} = \sqrt{e_E^2 + e_N^2}$$
$$e_{EN} \leq E_l \text{ ó } E_t = T$$

Siendo:

$$E_l = (e_d \cdot \sqrt{2}) \cdot \frac{D_{media}}{rcc} \cdot \sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{6}} \quad E_t = \frac{e_d}{\sqrt{2}} \sqrt{t} \quad t = \text{numero de tramos}$$

La compensación la realizamos proporcional a la longitud de cada tramo.

$$com_E = -\frac{e_E D_{UTM}}{D_{total}} \quad com_N = -\frac{e_N D_{UTM}}{D_{total}}$$

$$\Delta E_{comp} = \Delta E + com_E \quad \Delta N_{comp} = \Delta N + com_N$$

Finalmente calcularemos las coordenadas planimétricas de todos los vértices de la poligonal

$$E_n = E_{n-1} + \Delta E_{comp_{n-1}}^n$$
$$N_n = N_{n-1} + \Delta N_{comp_{n-1}}^n$$

Para el cálculo de coordenadas altimétricas lo primero será calcular los desniveles directos y recíprocos, si la diferencia es tolerable, se toma como valor del desnivel la media entre los valores absolutos, considerando el signo del desnivel directo.

$$\Delta H = Dg \cdot \cos(LV) + i - m + (0,5 - ref) \cdot \left(\frac{Dg^2}{Rt}\right) \quad \text{Siendo: } ref = 0,13$$

$$e_{\Delta H} = \Delta H_{directo} + \Delta H_{reciproco} \leq T \quad T = e_z \sqrt{2}$$

Una vez calculados los incrementos de desnivel, puesto que conocemos el desnivel entre la primera y última estación podremos calcular el error de cierre y de ser tolerable compensar los diferentes desniveles intermedios

$$e_H = \Delta H_{obs} - \Delta H_{dato} \leq T \quad T = \frac{e_z}{2} \cdot \sqrt{t} \quad com_H = -\frac{e_H \cdot Dg}{D_{total}}$$

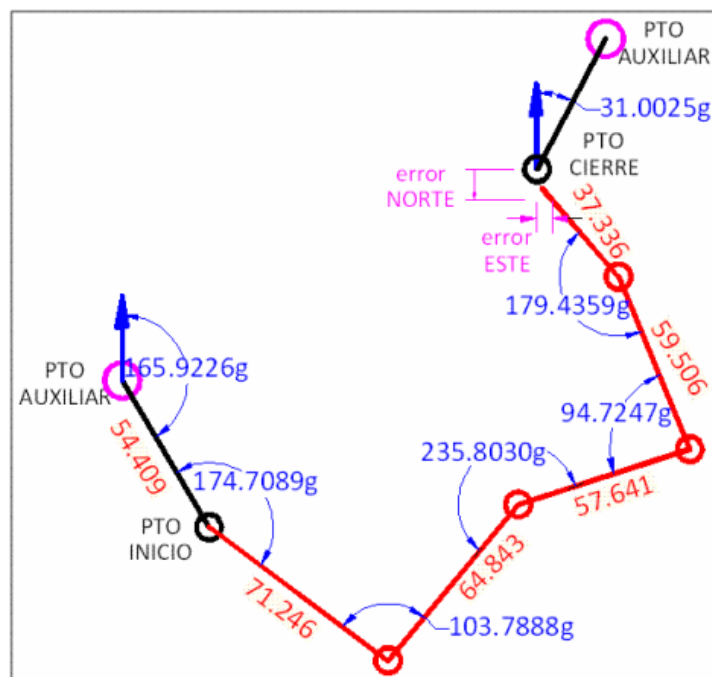
Cuando tengamos compensados los diferentes desniveles podremos calcular las cotas finales.

$$H_n = \Delta H_{n-1}^n + H_n$$

El cálculo de las precisiones finales en nuestra poligonal se realiza calculando la componente cuadrática del error cometido en nuestra poligonal y la desviación típica de las estaciones inicial o final.

$$Precision\ EN = \sqrt{\left(\frac{e_{EN}^2}{\sqrt{n}} - \frac{e_{EN}^2}{n}\right)^2 + e_{ENinicial}^2}$$

$$Precision\ H = \sqrt{\left(\frac{e_H^2}{\sqrt{n}} - \frac{e_H^2}{n}\right)^2 + e_{ENinicial}^2}$$



Poligonal

Calculo de poligonal mediante topcal 21.

Para realizar el cálculo mediante el programa informático Topcal21 primero crearemos un nuevo proyecto.

The screenshot shows the Topcal21 software interface. A dialog box titled 'Fichero nuevo' (New File) is open, prompting the user to select a file type. The options are: Proyecto (Project), Puntos (Points), Visuales (Visuals), and Croquis (Sketch). The 'Nombre del fichero' (File name) field contains 'poligonal'. The 'Trabajo (opcional)' (Optional work) field is empty. The 'Ubicación' (Location) field shows 'C:\Proyectos TopCal\poligonal'. The background shows a table with columns: Estación, Visado, Horizontal, Vertical, Distancia, Mira, Instrumento, and Código. The table contains data for stations 1002 through 1029.

Estación	Visado	Horizontal	Vertical	Distancia	Mira	Instrumento	Código
1	1002	1024	245.8298	101.8999	81.202	1.300	1.560
2	1003	1026	178.0775	101.6512	35.865	1.300	1.635
3	1003	1027	196.0555	101.0607	87.666	2.000	1.635
4	1004	1030	291.6160	99.1796	47.816	1.300	1.540
5	1024	1002	346.2181	98.5474	81.186	1.300	1.575
6	1024	1025	115.7603	103.8842	57.258	1.300	1.575
7	1025	1024	108.6836	95.3858	53.330	1.300	1.595
8	1025	1026				1.300	1.595
9	1026	1003				1.300	1.640
10	1026	1025				1.300	1.640
11	1027	1003				1.300	1.585
12	1027	1028				1.300	1.585
13	1028	1027				1.300	1.660
14	1028	1029				1.300	1.660
15	1029	1028				1.300	1.570
16	1029	1030				1.300	1.585
17	1030	1004				1.300	1.650
18	1030	1029				1.300	1.650

Después crearemos un fichero con las coordenadas de los puntos conocidos, en nuestro caso serán las coordenadas las estaciones inicial y final y las coordenadas de los vértices de referencia. También tendremos que crear un fichero de observaciones con las observaciones realizadas.

The screenshot shows the Topcal21 software interface. A dialog box titled 'Fichero nuevo' (New File) is open, prompting the user to select a file type. The options are: Proyecto (Project), Puntos (Points), Visuales (Visuals), and Croquis (Sketch). The 'Nombre del fichero' (File name) field contains 'poligonal'. The 'Trabajo (opcional)' (Optional work) field is empty. The 'Ubicación' (Location) field shows 'C:\Proyectos TopCal\poligonal'. The background shows a table with columns: Número, X, Y, Z, Desorientación, Nombre, and Código. The table contains data for stations 1000 through 1005.

Número	X	Y	Z	Desorientación	Nombre	Código
1	1000	438055.431	4472269.331	627.967	0.0000	
2	1002	437892.470	4472302.793	625.237	0.0000	
3	1004	437970.942	4472143.072	615.150	0.0000	
4	1005	438058.857	4472146.344	610.978	0.0000	
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

poligonal (*) - Topcal21 - [poligonal.obs] (*)

Archivo Editar Ver Herramientas Cálculos Dibujo Ayuda

Nuevo AbreArch AbreProy SalvaProy Salva Inserta Elimina Agrega Deshacer Rehacer Borra Recupera SistRef Instrum Imprimir Calcula Ayuda Acerca

Otros archivos	Estación	Visado	Horizontal	Vertical	Distancia	Mira	Instrumento	Código
poligonales e inversas	1	1002	1000	42.6283	99.0729	166.457	1.300	1.560
poligonal (*)	2	1002	1024	245.8298	101.8999	81.202	1.300	1.560
poligonall.pts (*)	3	1024	1002	346.2181	98.5474	81.186	1.300	1.575
poligonall.obs (*)	4	1024	1025	115.7603	103.8842	57.258	1.300	1.575
	5	1025	1024	189.8926	96.7969	57.229	1.300	1.595
	6	1025	1026	52.5121	99.6590	23.794	1.300	1.595
	7	1026	1025	250.3682	102.1740	23.806	1.300	1.640
	8	1026	1003	113.0765	99.6152	35.853	1.300	1.640
	9	1003	1026	178.0775	101.6512	35.865	1.300	1.635
	10	1003	1027	196.0555	101.0607	87.666	2.000	1.635
	11	1027	1003	399.4014	98.8993	87.670	1.300	1.585
	12	1027	1028	103.9186	102.1656	114.317	1.300	1.585
	13	1028	1027	235.6795	98.2074	114.296	1.300	1.660
	14	1028	1029	8.0366	96.9905	43.637	1.300	1.660
	15	1029	1028	76.3299	103.9721	43.667	1.300	1.570
	16	1029	1030	311.1186	101.5034	96.496	1.300	1.585
	17	1030	1029	306.7339	98.9454	96.483	1.300	1.650
	18	1030	1004	95.7023	101.6442	47.833	1.300	1.650
	19	1004	1030	291.6160	99.1796	47.816	1.300	1.540
	20	1004	1000	399.5591	94.7421	152.482	1.300	1.540
	21	1004	1005	59.6538	102.6696	88.088	2.000	1.540
	22							
	23							
	24							
	25							
	26							
	27							
	28							
	29							
	30							
	31							
	32							
	33							

Preparado

Orienta Cierre Replanteo Transfor. Libreta Radiación

inversal.xlsx poligonall.xlsx puntos.xlsx

B.Mixta Altimetría Poligonal Comp3D

ES 14:01 22/09/2014

Para poder calcular la poligonal, primero calculamos la desorientación de las estaciones inicial y final

Desorientación

Paso 1 Introducir ficheros de datos de entrada

Ficheros de puntos

Fic	Nombre	Sist.Ref.	Proyección	Elipsoide
1	poligonall.pts	UTM-30	UTM - 30N	Internacio...

Ficheros de visuales

Fic	Nombre	Instrumento	Prec.Ang.	Prec.Dist.
1	poligonal.obs	Leica TC-1610	3 cc	3 mm ± 3 ppm

Ayuda << Anterior Siguiente >> Salir

Desorientación

Paso 3 Selección de visuales

Fic	Estación	Visado	LH	Desorienta...	Dif.Media
1	1004	1000	399.5591	37.9846	-0.0033
1	1004	1005	59.6538	37.9779	0.0033

Desorientación promedio 37.9812 Desorientación actual 0.0000

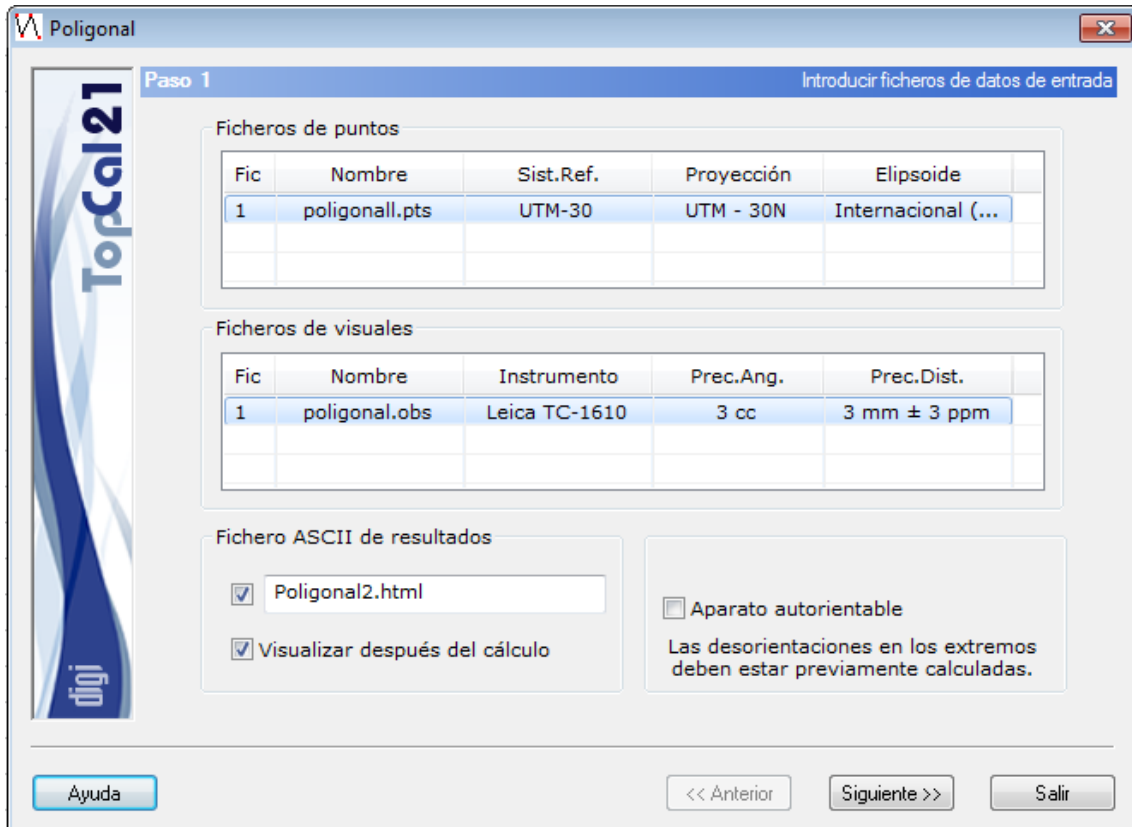
Desviación típica 0.0047

Error accidental 0.0021

Todas Ninguna

Ayuda Otro punto << Anterior Calcular Salir

Una vez que conocemos las desorientaciones y tenemos creados los ficheros de puntos y observaciones podremos calcular la poligonal. Para ello indicaremos cuales son los vértices inicial, final y los vértices intermedios y lo calculamos.



Paso 1 Introducir ficheros de datos de entrada

Ficheros de puntos

Fic	Nombre	Sist.Ref.	Proyección	Elipsoide
1	poligonall.pts	UTM-30	UTM - 30N	Internacional (...)

Ficheros de visuales

Fic	Nombre	Instrumento	Prec.Ang.	Prec.Dist.
1	poligonal.obs	Leica TC-1610	3 cc	3 mm ± 3 ppm

Fichero ASCII de resultados

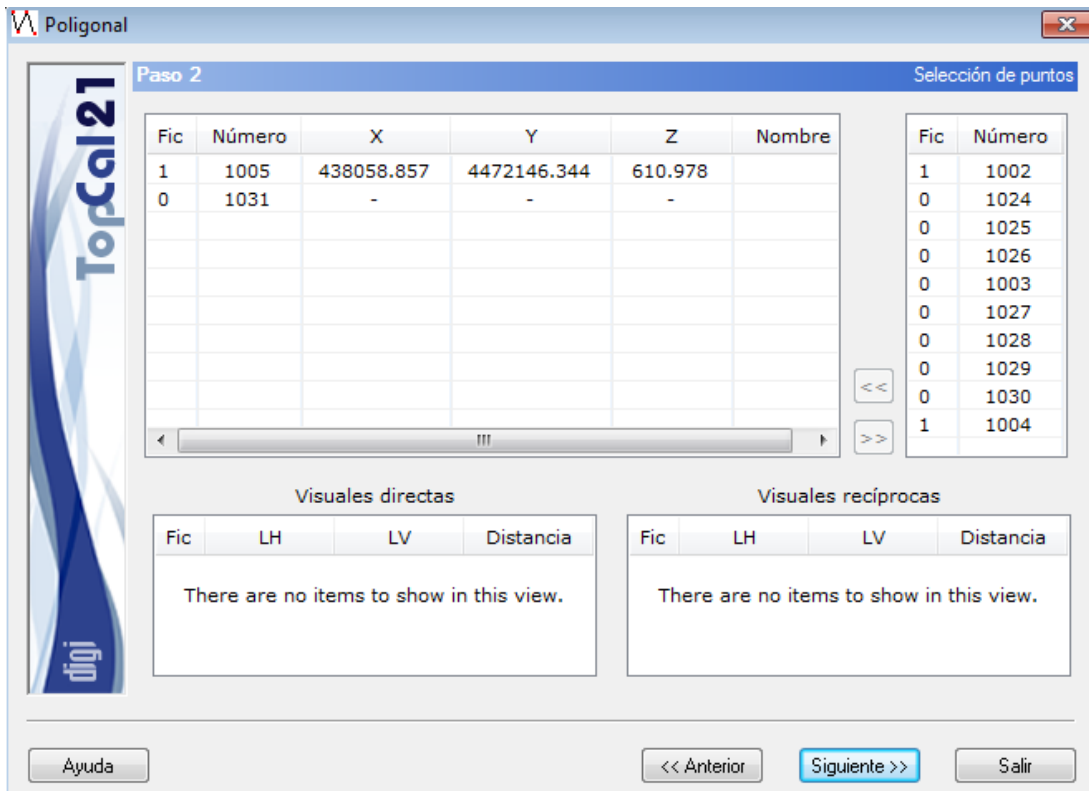
☒ Poligonal2.html

☒ Visualizar después del cálculo

☐ Aparato autorientable

Las desorientaciones en los extremos deben estar previamente calculadas.

Ayuda << Anterior Siguiente >> Salir



Paso 2 Selección de puntos

Fic	Número	X	Y	Z	Nombre
1	1005	438058.857	4472146.344	610.978	
0	1031	-	-	-	

Fic	Número
1	1002
0	1024
0	1025
0	1026
0	1003
0	1027
0	1028
0	1029
0	1030
1	1004

Visuales directas

Fic	LH	LV	Distancia
There are no items to show in this view.			

Visuales recíprocas

Fic	LH	LV	Distancia
There are no items to show in this view.			

Ayuda << Anterior Siguiente >> Salir

Poligonal

Paso 3 Comparación de distancias y desniveles

Información

Longitud de la poligonal 587.475 m Número de tramos 9

Tolerancias medias

En distancias 0.012 m En desniveles 0.010 m

Eje	Dr1	Dr2	ed	Des1	Des2	ez
1002 - 1024	81.129	81.128	0.001	-2.163	2.128	0.035
1024 - 1025	57.125	57.131	0.006	-3.216	3.173	0.043
1025 - 1026	23.783	23.781	0.002	0.422	-0.473	0.050
1026 - 1003	35.836	35.836	0.000	0.557	-0.595	0.038
1003 - 1027	87.615	87.617	0.003	-1.825	1.801	0.024
1027 - 1028	114.199	114.199	0.000	-3.602	3.579	0.024
1028 - 1029	43.569	43.563	0.006	2.422	-2.453	0.031
1029 - 1030	96.426	96.426	0.000	-1.993	1.949	0.044

Ayuda << Anterior Siguiente >> Salir

Poligonal

Paso 4 Resultados, cierres y tolerancias

Cierre angular

0.0235 gon Tol 0.0393 gon ☒ Compensar

Cierre planimétrico

X -0.015 m Total 0.023 m ☒ Compensar

Y -0.018 m Tol 0.088 m ☒ Compensar

Cierre altimétrico

Z 0.037 m Tol 0.015 m ☒ Compensar

Est	Vis	Az	Dr	Des	Ax	Ay	Az
1002	1024	316.0968	81.129	-2.163	-78.551	20.293	-2.140
1024	1002	116.0968	81.128	2.128	78.551	-20.293	2.140
1024	1025	285.6413	57.125	-3.216	-55.683	-12.778	-3.192
1025	1024	85.6413	57.131	3.173	55.683	12.778	3.192
1025	1026	348.2631	23.783	0.422	-17.270	16.351	0.448
1026	1025	148.2631	23.781	-0.473	17.270	-16.351	-0.448
1026	1003	10.9738	35.836	0.557	6.146	35.304	0.577
1003	1026	210.9738	35.836	-0.595	-6.146	-35.304	-0.577
1003	1027	228.9541	87.615	-1.825	-38.491	-78.712	-1.807

Ayuda << Anterior Siguiente >> Salir

Poligonal

Paso 5 Configurar salida de datos

Número	X	Y	Z	Desor	Nombre
1002	437892.470	4472302.793	625.237	70.2647	
1024	437813.919	4472323.086	623.097	169.8787	
1025	437758.236	4472310.308	619.905	295.7487	
1026	437740.967	4472326.659	620.353	297.8950	
1003	437747.113	4472361.963	620.930	32.8963	
1027	437708.621	4472283.251	619.123	29.5527	
1028	437807.392	4472225.930	615.543	97.7941	
1029	437850.773	4472221.943	617.982	229.5032	

Fichero TopCal de resultados

Poligonal2.pts ☒ Incluir en el proyecto actual

☒ Incluir en croquis

Poligonal2.crq

Al añadir puntos nuevos

☐ No modificar puntos existentes ☒ Modificar puntos existentes

Capa

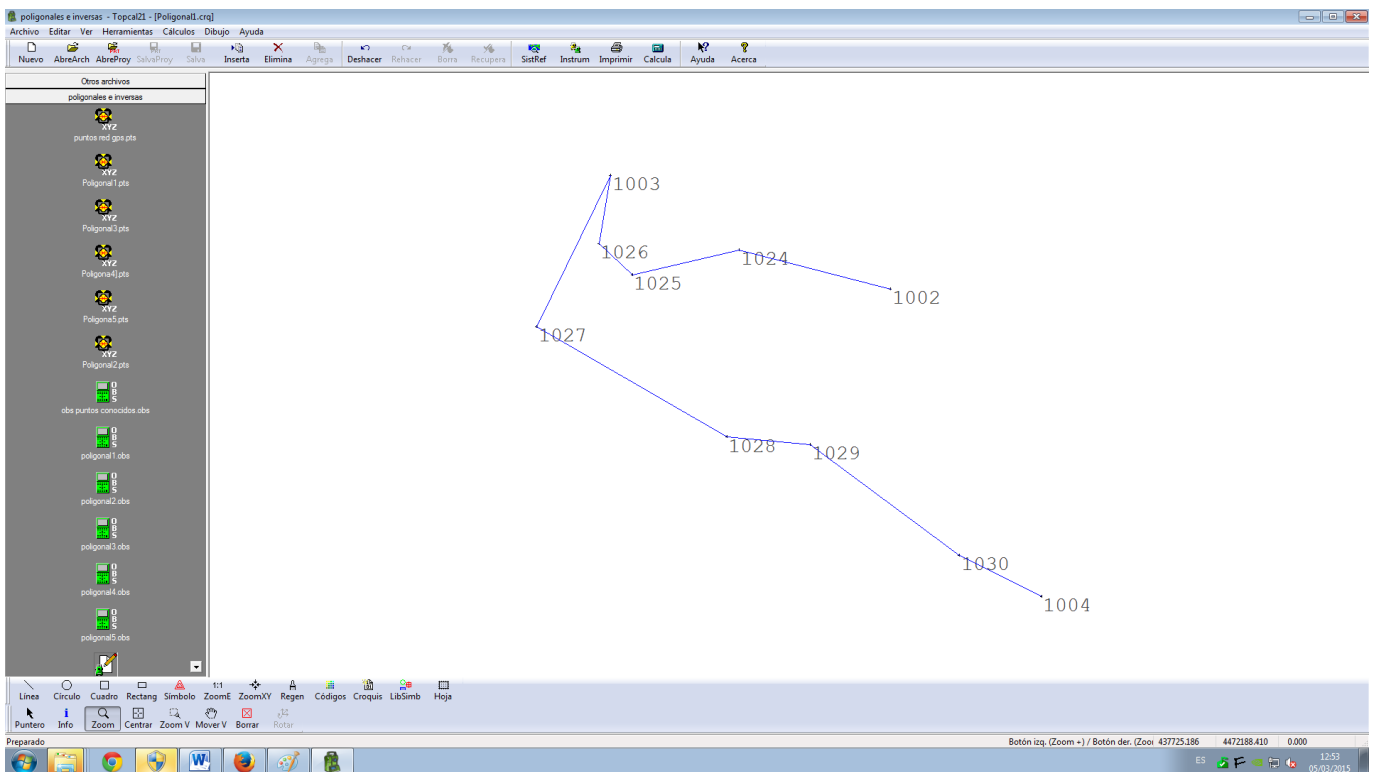
ANGDIS - Observaciones angulares y d ...

Ayuda << Anterior Calcular Salir

El programa nos devuelve 2 ficheros uno con las coordenadas de los vértices ya calculadas y otro con un croquis.

poligonal (*) - Topcal21 - [Poligonal2.pts] (*)

Otros archivos	Número	X	Y	Z	Desorientación	Nombre	Código
poligonales e inversas	1	1002	437892.470	4472302.793	625.237	70.2647	
poligonal (*)	2	1024	437813.919	4472323.086	623.097	169.8787	
	3	1025	437758.236	4472310.308	619.905	295.7487	
	4	1026	437740.967	4472326.659	620.353	297.8950	
	5	1003	437747.113	4472361.963	620.930	32.8963	
	6	1027	437708.621	4472283.251	619.123	29.5527	
	7	1028	437807.392	4472225.930	615.543	97.7941	
	8	1029	437850.773	4472221.943	617.982	229.5032	
	9	1030	437928.222	4472164.500	616.019	33.8902	
	10	1004	437970.942	4472143.072	615.150	37.9789	
	11						
	12						
	13						
	14						
	15						
	16						
	17						
	18						
	19						
	20						
	21						
	22						
	23						
	24						
	25						
	26						
	27						
	28						
	29						
	30						
	31						
	32						
	33						



Resultados y observaciones.

Los cálculos se han realizado mediante hojas de cálculo de Microsoft Excel y mediante el programa informático Topcal 21. Como se puede observar las diferencias son todas inferiores a 1cm, posiblemente debidas a una diferente forma de compensación en el cálculo de la planimetría y altimetría o por el uso de un coeficiente de anamorfosis lineal diferente. Para las coordenadas finales del trabajo se utilizarán las coordenadas obtenidas mediante Microsoft Excel, aunque el uso de las coordenadas obtenidas por Excel o por Topcal 21 no es significativo debido a la poca discrepancia que tienen.

coordenadas calculadas con excell y gps			
ID	E	N	altura ort
1007	438223,378	4472223,501	619,890
1037	438260,013	4472174,064	617,548
1010	438292,407	4472168,156	617,388
1011	438336,263	4472221,502	618,594
1024	437813,915	4472323,088	623,097
1025	437758,230	4472310,310	619,906
1026	437740,959	4472326,662	620,355
1003	437747,105	4472361,968	620,933
1027	437708,612	4472283,253	619,126
1028	437807,385	4472225,931	615,542
1029	437850,769	4472221,944	617,982
1030	437928,221	4472164,500	616,018
1033	438177,706	4472290,196	621,693
1039	438467,014	4472422,298	602,352
1038	438216,019	4472007,419	615,870
1035	438180,510	4471995,713	614,623
1046	438072,380	4472027,221	617,623
1041	438638,457	4472312,231	605,859
1043	438580,017	4472174,165	610,487
1044	438536,863	4472181,447	611,057
1048	438526,159	4472210,113	611,050
1042	438508,464	4472238,740	610,877
1047	438457,325	4472072,424	612,942
1036	438321,192	4472062,025	614,078
1040	438782,966	4472232,933	604,443
1049	438710,779	4472284,632	605,309

coordenadas calculadas con topcall 21 y gps			
ID	E	N	altura ort
1007	438223,379	4472223,499	619,890
1037	438260,015	4472174,064	617,548
1010	438292,408	4472168,157	617,388
1011	438336,265	4472221,501	618,594
1024	437813,919	4472323,086	623,097
1025	437758,236	4472310,308	619,905
1026	437740,967	4472326,659	620,353
1003	437747,112	4472361,963	620,930
1027	437708,621	4472283,250	619,123
1028	437807,392	4472225,930	615,543
1029	437850,774	4472221,943	617,982
1030	437928,222	4472164,500	616,019
1033	438177,702	4472290,195	621,691
1039	438467,011	4472422,298	602,355
1038	438216,019	4472007,423	615,870
1035	438180,511	4471995,717	614,623
1046	438072,383	4472027,223	617,622
1041	438638,453	4472312,231	605,859
1043	438580,014	4472174,169	610,490
1044	438536,862	4472181,450	611,060
1048	438526,158	4472210,114	611,052
1042	438508,463	4472238,739	610,878
1047	438457,323	4472072,429	612,938
1036	438321,192	4472062,028	614,073
1040	438782,967	4472232,935	604,441
1049	438710,781	4472284,633	605,311

diferencia excell y topcall 21			
ID	E	N	altura ort
1007	-0,001	0,002	0,000
1037	-0,002	0,000	0,000
1010	-0,001	-0,001	0,000
1011	-0,002	0,001	0,000
1024	-0,004	0,002	0,000
1025	-0,006	0,002	0,001
1026	-0,008	0,003	0,002
1003	-0,007	0,005	0,003
1027	-0,009	0,003	0,003
1028	-0,007	0,001	-0,001
1029	-0,005	0,001	0,000
1030	-0,001	0,000	-0,001
1033	0,004	0,001	0,002
1039	0,003	0,000	-0,003
1038	0,000	-0,004	0,000
1035	-0,001	-0,004	0,000
1046	-0,003	-0,002	0,001
1041	0,004	0,000	0,000
1043	0,003	-0,004	-0,003
1044	0,001	-0,003	-0,003
1048	0,001	-0,001	-0,002
1042	0,001	0,001	-0,001
1047	0,002	-0,005	0,004
1036	0,000	-0,003	0,005
1040	-0,001	-0,002	0,002
1049	-0,002	-0,001	-0,002

Cuando se realizó la poligonal, se fueron calculando las diferentes tolerancias, en algunos casos esa tolerancia se sobrepasaba ligeramente, pero se decidió seguir con el cálculo puesto que estas tolerancias indican el error máximo que cabría esperar. Una vez calculado el error final, como la componente cuadrática entre el error cometido en la poligonal y el error de los vértices inicial y final, nos da un error inferior a 5cm en planimetría y 6 cm en altimetría; teniendo en cuenta que el error máximo que podremos cometer en el conjunto de todas nuestras operaciones es de 10cm, podremos considerar que estas coordenadas finales son lo suficientemente precisas para el levantamiento a escala 1/500.

Las coordenadas finales son las siguientes.

resultados finales					
Estación	E	N	precision	H	precision
1007	438223,378	4472223,501	0,036	619,890	0,028
1037	438260,013	4472174,064	0,036	617,548	0,028
1010	438292,407	4472168,156	0,036	617,388	0,028
1011	438336,263	4472221,502	0,036	618,594	0,028
1024	437813,915	4472323,088	0,031	623,097	0,035
1025	437758,230	4472310,310	0,031	619,906	0,035
1026	437740,959	4472326,662	0,031	620,355	0,035
1003	437747,105	4472361,968	0,031	620,933	0,035
1027	437708,612	4472283,253	0,031	619,126	0,035
1028	437807,385	4472225,931	0,031	615,542	0,035
1029	437850,769	4472221,944	0,031	617,982	0,035
1030	437928,221	4472164,500	0,031	616,018	0,035
1033	438177,706	4472290,196	0,035	621,693	0,059
1039	438467,014	4472422,298	0,032	602,352	0,033
1038	438216,019	4472007,419	0,030	615,870	0,028
1035	438180,510	4471995,713	0,030	614,623	0,028
1046	438072,380	4472027,221	0,030	617,623	0,028
1041	438638,457	4472312,231	0,029	605,859	0,030
1043	438580,017	4472174,165	0,029	610,487	0,030
1044	438536,863	4472181,447	0,029	611,057	0,030
1048	438526,159	4472210,113	0,029	611,050	0,030
1042	438508,464	4472238,740	0,029	610,877	0,030
1047	438457,325	4472072,424	0,047	612,942	0,051
1036	438321,192	4472062,025	0,047	614,078	0,051
1040	438782,966	4472232,933	0,043	604,443	0,034
1049	438710,779	4472284,632	0,043	605,309	0,034

Intersección inversa.

Introducción.

La intersección inversa simple consiste en la observación desde un vértice, cuyas coordenadas se quieren conocer, a otros 3 vértices cuyas coordenadas son conocidas.

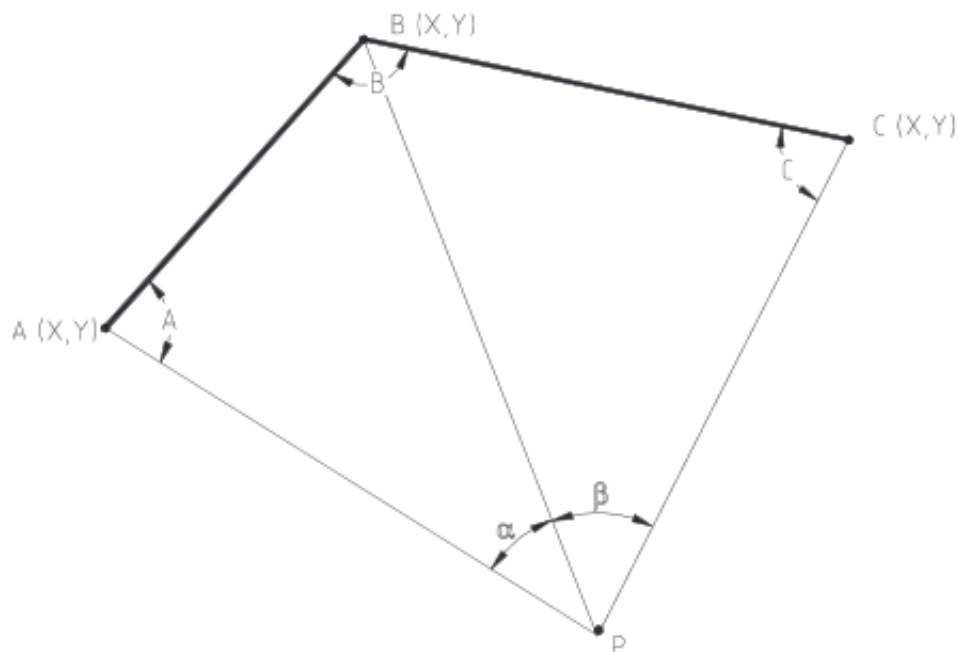
Existen diversos métodos para poder resolver el problema de la intersección inversa simple.

- Método de Photenot
- Método de Mayer
- Método de Cassini
- Método de las constantes
- Método del punto auxiliar de Colins

Observación.

La observación se realiza de la misma manera que en el caso de la poligonal, primero realizamos la observación de intersección inversa, por el método de vueltas de horizonte, efectuando observaciones tanto angulares como de distancia y una vez realizadas las observaciones necesarias para el cálculo de la intersección inversa, se realizan las observaciones de la red de detalle por el método de radiación.

Al igual que en el caso de la intersección inversa los cálculos se han realizado mediante hojas de cálculo Microsoft Office Excel y con el software topográfico Topcal21



Intersección inversa

Cálculo de la intersección inversa simple.

Para el cálculo planimétrico de la intersección inversa primero calculamos los valores de α , β , X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , y X_5 .

$$\alpha = LH_P^B - LH_P^A$$

$$\beta = LH_P^C - LH_P^A$$

$$X_1 = E_B - E_A - \frac{N_B - N_A}{\tan \alpha}$$

$$X_2 = N_B - N_A + \frac{E_B - E_A}{\tan \alpha}$$

$$X_3 = E_B - E_C + \frac{N_B - N_C}{\tan \beta}$$

$$X_4 = N_B - N_C - \frac{E_B - E_C}{\tan \beta}$$

$$X_5 = \frac{X_1 (X_2 - X_4) - X_2 (X_1 - X_3)}{(X_2 - X_4)^2 + (X_1 - X_3)^2}$$

Una vez calculados los valores de X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , y X_5 podremos calcular las coordenadas planimétricas de nuestra intersección.

$$E_P = E_B - X_5 (X_2 - X_4)$$

$$N_P = E_B + X_5 (X_1 - X_3)$$

Para el cálculo del máximo error en la intersección inversa simple, tenemos que calcular el semieje mayor de la elipse de error que se puede obtener mediante la fórmula:

$$\sigma = md + \frac{1}{2}D$$

Siendo:

$$md = \frac{1}{2} \sqrt{2 \cdot (B^2 + C^2) - D^2}$$

$$D = \sqrt{B^2 + C^2 - 2 \cdot B \cdot C \cdot \cos(A)}$$

Con:

$$B = \frac{PA \cdot PB}{AB} \cdot \frac{e_a \sqrt{2}}{\sin(\Omega)}$$

$$C = \frac{PB \cdot PC}{BC} \cdot \frac{e_a \sqrt{2}}{\sin(\Omega)}$$

En donde:

$$\Omega = 200 - (\theta_B^C - \theta_B^A + \alpha + \beta)$$

$$A = 100 - \Omega$$

Para el cálculo de la altimetría de la intersección inversa tendremos una solución por cada observación, por tanto tendremos tres ecuaciones y una sola incógnita por lo que el ajuste se resolverá por el método de mínimos cuadrados, aunque también se podría realizar una media ponderada utilizando como criterio de peso la inversa de la distancia de intersección..

Primero tendremos que calcular la distancia reducida al nivel de la estación para lo cual tendremos que calcular primero una altitud aproximada del vértice de estación, mediante la distancia al nivel del elipsoide.

$$D_{UTM} = \sqrt{\Delta E^2 + \Delta N^2} \quad D_{elip} = \frac{D_{UTM}}{K} \quad K = 0.99969109$$

$$H' = H_a - \Delta H_P^A \quad \Delta H_P^A = \frac{D_{elip}}{\tan LV} + i + m + (0,5 - ref \cdot \frac{D_{elip}^2}{Rt}) \quad ref = 0,13$$

Esta altitud aproximada será lo suficientemente buena como para calcular la distancia reducida al nivel de la estación.

$$D_{red} = \frac{D_{elip} (Rt + H')}{Rt}$$

Cuando tenemos calculadas las distancias reducidas calculamos los tres desniveles y el error.

$$\Delta H = \frac{D_{red}}{\tan(LV)} + i + m + (0,5 - ref \frac{D_{red}^2}{Rt})$$

$$error = \sqrt{\left(\frac{e_a \cdot D_{red}}{rcc}\right)^2 + \left(\frac{0.08 \cdot D_{red}^2}{Rt}\right)^2}$$

Finalmente calcularemos la altura por el método de mínimos cuadrados.

$$Matriz A = \left(-\frac{1}{error}\right) \quad Matriz L = -\frac{(\Delta H_{cal} - \Delta H_{obs})}{error}$$

La matriz x de incógnitas se puede obtener mediante la expresión:

$$x = N^{-1} \cdot T$$

$$\text{Siendo:} \quad N = A^t \cdot A \quad T = A^t \cdot L$$

La precisión la obtendremos a partir del cálculo de los residuos:

$$V = Ax - L$$

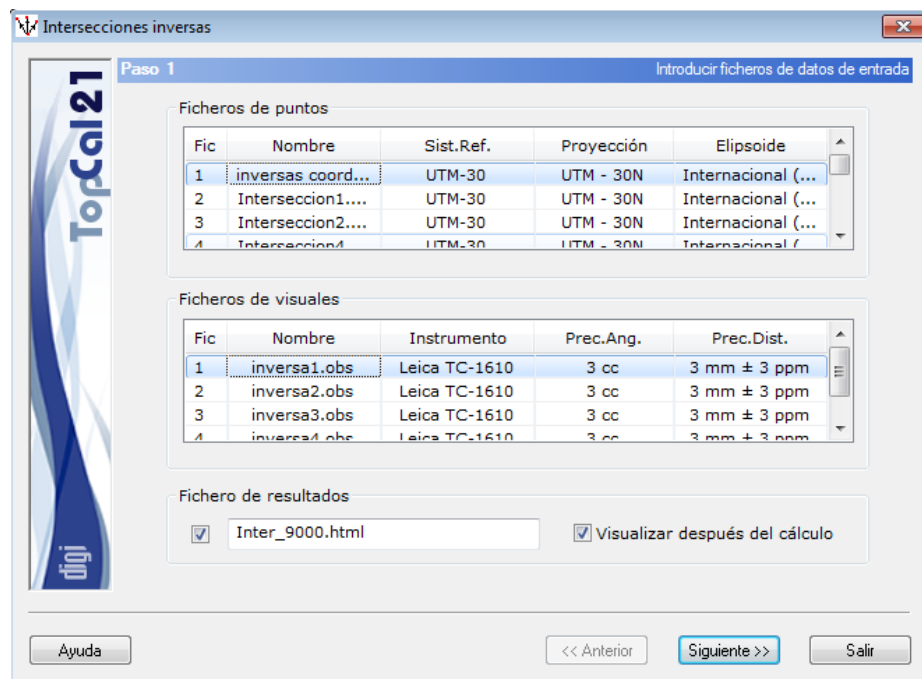
La precisión será igual a:

$$precision = \sqrt{N^{-1}} \cdot \sigma \quad \text{Siendo: } \sigma = \sqrt{\frac{V^T \cdot V}{2}}$$

Cálculo de la intersección inversa Topcal 21

Para el cálculo mediante el software topográfico Topcal 21 al igual que en el caso de la poligonal, primero crearemos un proyecto, después crearemos un fichero de puntos con las coordenadas de los puntos visados y un fichero con las observaciones.

Para realizar el cálculo de la planimetría, marcamos las estaciones que intervienen en la intersección y marcamos los puntos visados como puntos fijos.



Topcal 21 Paso 1 Introducir ficheros de datos de entrada

Ficheros de puntos

Fic	Nombre	Sist.Ref.	Proyección	Elipsoide
1	inversas coord...	UTM-30	UTM - 30N	Internacional (...)
2	Interseccion1....	UTM-30	UTM - 30N	Internacional (...)
3	Interseccion2....	UTM-30	UTM - 30N	Internacional (...)
4	Interseccion4....	UTM-30	UTM - 30N	Internacional (...)

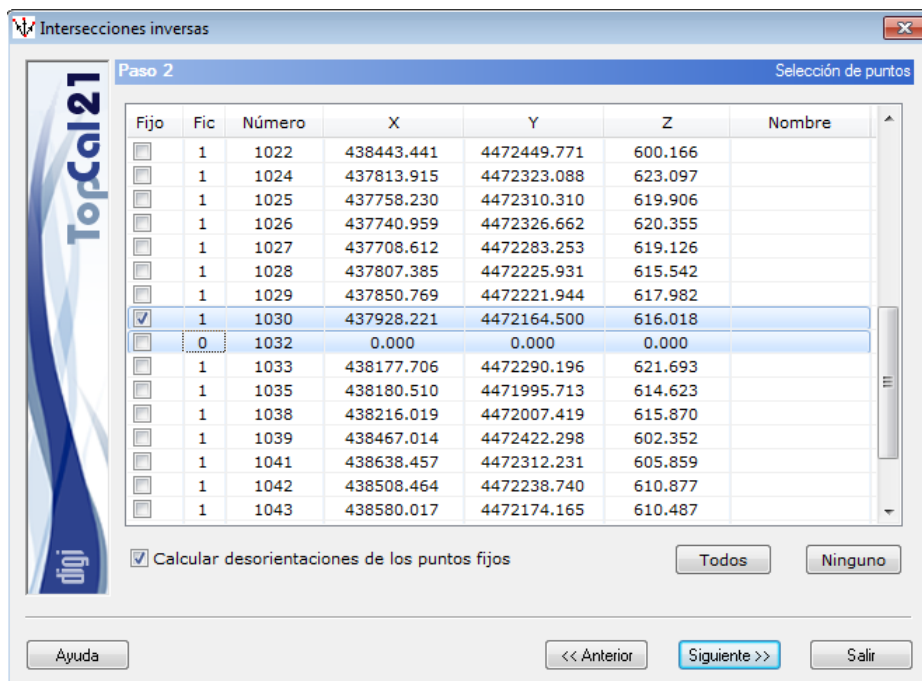
Ficheros de visuales

Fic	Nombre	Instrumento	Prec.Ang.	Prec.Dist.
1	inversa1.obs	Leica TC-1610	3 cc	3 mm ± 3 ppm
2	inversa2.obs	Leica TC-1610	3 cc	3 mm ± 3 ppm
3	inversa3.obs	Leica TC-1610	3 cc	3 mm ± 3 ppm
4	inversa4.obs	Leica TC-1610	3 cc	3 mm ± 3 ppm

Fichero de resultados

☒ Inter_9000.html ☒ Visualizar después del cálculo

Ayuda << Anterior Siguiente >> Salir



Topcal 21 Paso 2 Selección de puntos

Fijo	Fic	Número	X	Y	Z	Nombre
<input type="checkbox"/>	1	1022	438443.441	4472449.771	600.166	
<input type="checkbox"/>	1	1024	437813.915	4472323.088	623.097	
<input type="checkbox"/>	1	1025	437758.230	4472310.310	619.906	
<input type="checkbox"/>	1	1026	437740.959	4472326.662	620.355	
<input type="checkbox"/>	1	1027	437708.612	4472283.253	619.126	
<input type="checkbox"/>	1	1028	437807.385	4472225.931	615.542	
<input type="checkbox"/>	1	1029	437850.769	4472221.944	617.982	
<input checked="" type="checkbox"/>	1	1030	437928.221	4472164.500	616.018	
<input type="checkbox"/>	0	1032	0.000	0.000	0.000	
<input type="checkbox"/>	1	1033	438177.706	4472290.196	621.693	
<input type="checkbox"/>	1	1035	438180.510	4471995.713	614.623	
<input type="checkbox"/>	1	1038	438216.019	4472007.419	615.870	
<input type="checkbox"/>	1	1039	438467.014	4472422.298	602.352	
<input type="checkbox"/>	1	1041	438638.457	4472312.231	605.859	
<input type="checkbox"/>	1	1042	438508.464	4472238.740	610.877	
<input type="checkbox"/>	1	1043	438580.017	4472174.165	610.487	

☒ Calcular desorientaciones de los puntos fijos

Todos Ninguno

Ayuda << Anterior Siguiente >> Salir

Intersecciones inversas

Paso 6 Configurar salida de datos

Número	X	Y	Z	Desor	Nombre
1032	437996.028	4472234.336	0.000	244.6393	

Fichero TopCal de resultados

Interseccion[4].pts ▾

☒ Incluir en el proyecto actual

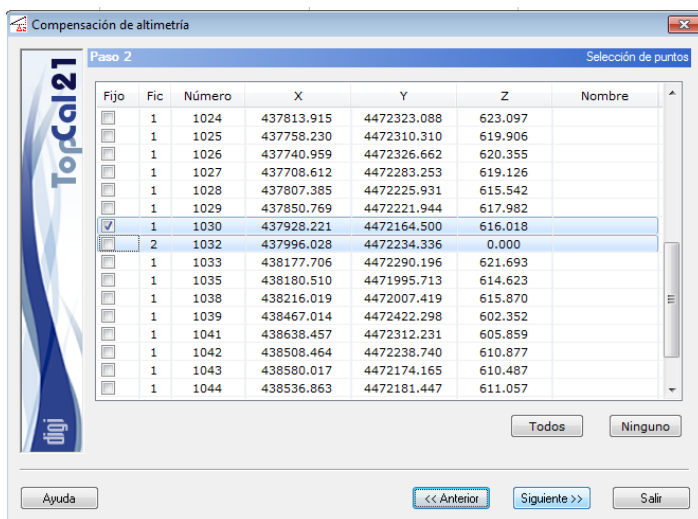
Al añadir puntos nuevos

☐ No modificar puntos existentes

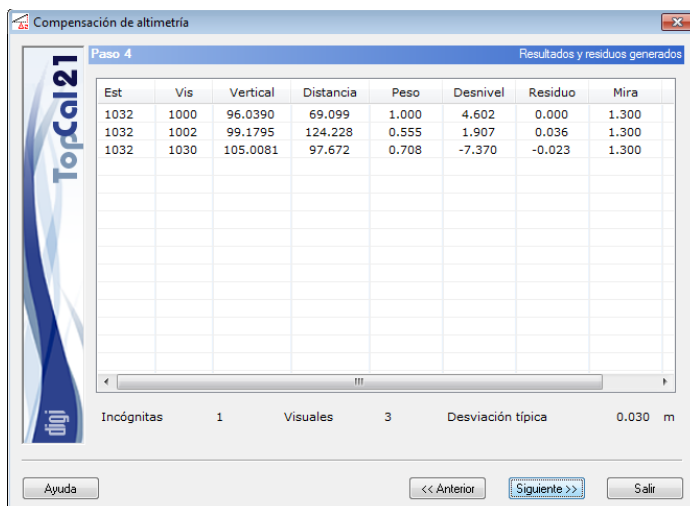
☒ Modificar puntos existentes

Ayuda << Anterior Calcular Salir

El cálculo altimétrico se realiza de la misma manera que en el caso de la planimetría, marcamos las estaciones que intervienen en la intersección y marcamos los puntos visados como puntos fijos

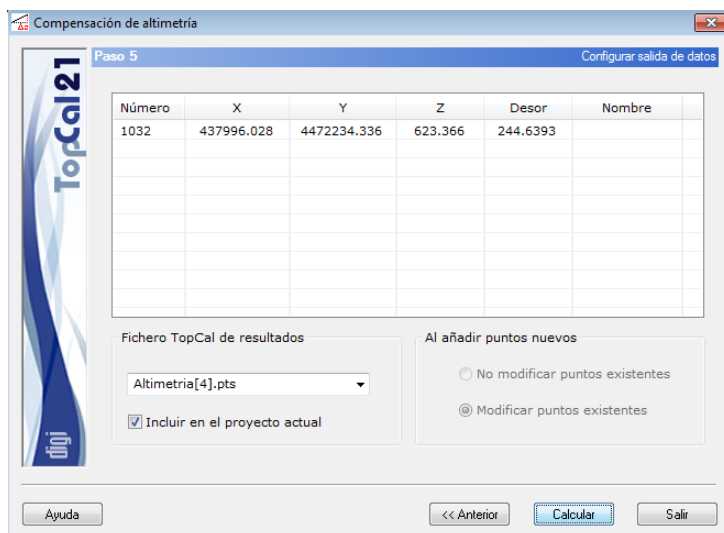


Fijo	Fic	Número	X	Y	Z	Nombre
<input type="checkbox"/>	1	1024	437813.915	4472323.088	623.097	
<input type="checkbox"/>	1	1025	437758.230	4472310.310	619.906	
<input type="checkbox"/>	1	1026	437740.959	4472326.662	620.355	
<input type="checkbox"/>	1	1027	437708.612	4472283.253	619.126	
<input type="checkbox"/>	1	1028	437807.385	4472225.931	615.542	
<input type="checkbox"/>	1	1029	437850.769	4472221.944	617.982	
<input checked="" type="checkbox"/>	1	1030	437928.221	4472164.500	616.018	
<input checked="" type="checkbox"/>	2	1032	437996.028	4472234.336	0.000	
<input type="checkbox"/>	1	1033	438177.706	4472290.196	621.693	
<input type="checkbox"/>	1	1035	438180.510	4471995.713	614.623	
<input type="checkbox"/>	1	1038	438216.019	4472007.419	615.870	
<input type="checkbox"/>	1	1039	438467.014	4472422.298	602.352	
<input type="checkbox"/>	1	1041	438638.457	4472312.231	605.859	
<input type="checkbox"/>	1	1042	438508.464	4472238.740	610.877	
<input type="checkbox"/>	1	1043	438580.017	4472174.165	610.487	
<input type="checkbox"/>	1	1044	438536.863	4472181.447	611.057	



Est	Vis	Vertical	Distancia	Peso	Desnivel	Residuo	Mira
1032	1000	96.0390	69.099	1.000	4.602	0.000	1.300
1032	1002	99.1795	124.228	0.555	1.907	0.036	1.300
1032	1030	105.0081	97.672	0.708	-7.370	-0.023	1.300

Incógnitas: 1 Visuales: 3 Desviación típica: 0.030 m



Número	X	Y	Z	Desor	Nombre
1032	437996.028	4472234.336	623.366	244.6393	

Fichero TopCal de resultados: Altimetria[4].pts
☒ Incluir en el proyecto actual

Al añadir puntos nuevos:
☐ No modificar puntos existentes
☒ Modificar puntos existentes

Resultados y observaciones.

Después del cálculo de la intersección inversa, al igual que en la poligonal las coordenadas calculadas mediante Microsoft Excel son muy parecidas a las coordenadas obtenidas mediante Topcal 21, para el cálculo de la red de detalle se utilizarán las coordenadas obtenidas en Microsoft Office Excel.

coordenadas calculadas con excel			
ID	E	N	altura ort
1031	438030,141	4472094,600	616,979
1032	437996,028	4472234,336	623,365
1034	438088,957	4472256,513	621,297
1050	438451,319	4472361,220	606,202

coordenadas calculadas con topcal 21			
ID	E	N	altura ort
1031	438030,140	4472094,600	616,979
1032	437996,027	4472234,336	623,366
1034	438088,957	4472256,513	621,301
1050	438451,319	4472361,220	606,202

diferencia excell y topcal 21			
ID	E	N	altura ort
1031	0,001	0,000	0,000
1032	0,001	0,000	-0,001
1034	0,000	0,000	-0,004
1050	0,000	0,000	0,000

Las precisiones que se han conseguido obtener en todas las intersecciones inversas son superiores a los 5cm en planimetría y 6cm en altimetría, por lo que son suficientemente buenas para cumplir la condición inicial de tener un error inferior a 10cm una vez efectuada la red de detalle mediante el método de radiación,

Las coordenadas finales de los vértices obtenidos mediante intersección inversa son los siguientes.

resultados finales					
Estación	E	N	precision	H	precision
1032	437996,028	4472234,336	0,046	623,365	0,056
1034	438088,957	4472256,513	0,038	621,297	0,035
1031	438030,141	4472094,600	0,035	616,979	0,038
1050	438451,319	4472361,220	0,037	606,202	0,036

Calculo de coordenadas geodésicas y cartesianas.

Para la realización de las reseñas de los vértices se ha realizado el cálculo de las coordenadas geodésicas y cartesianas, puesto que aunque para nuestro trabajo solo precisamos de las coordenadas UTM-Huso30, que van a ser las coordenadas finales de nuestro trabajo, se ha realizado el cálculo en coordenadas geodésicas y cartesianas ETRS-89 por si fuesen necesarias para algún trabajo posterior.

Paso de coordenadas UTM a coordenadas Geodésicas.

Para calcular las coordenadas geodésicas a partir de las coordenadas cartesianas primero calcularemos $S'm$ y φ' .

$$S'm = \frac{N}{K} \qquad \varphi' = \frac{S'm}{(a(1-e^2))}$$

Siendo:

- N: la coordenada N del punto
- K: el coeficiente de anamorfosis lineal
- a: el semieje mayor del elipsoide.
- e^2 : la primera excentricidad.

Con el cálculo de esta φ' calcularemos los valores de: g_1 , g_2 , g_3 , g_4 , g_5 y g_6 .

$$\begin{aligned} g_1 &= \varphi \\ g_2 &= \frac{3}{2} \cdot e^2 \cdot \left(-\frac{1}{2} \cdot \text{sen}\varphi \cdot \cos\varphi + \frac{1}{2} \varphi \right) \\ g_3 &= \frac{15}{8} \cdot e^4 \cdot \left(-\frac{1}{4} \cdot \text{sen}^3\varphi \cdot \cos\varphi - \frac{3}{8} \cdot \text{sen}\varphi \cdot \cos\varphi + \frac{3}{8} \varphi \right) \\ g_4 &= \frac{35}{16} \cdot e^6 \cdot \left(-\frac{1}{6} \cdot \text{sen}^5\varphi \cdot \cos\varphi - \frac{5}{24} \cdot \text{sen}^3\varphi \cdot \cos\varphi - \frac{5}{16} \cdot \text{sen}\varphi \cdot \cos\varphi + \frac{5}{16} \varphi \right) \\ g_5 &= \frac{315}{128} \cdot e^8 \cdot \left(-\frac{1}{8} \cdot \text{sen}^7\varphi \cdot \cos\varphi - \frac{7}{48} \cdot \text{sen}^5\varphi \cdot \cos\varphi - \frac{35}{192} \cdot \text{sen}^3\varphi \cdot \cos\varphi - \frac{35}{128} \cdot \text{sen}\varphi \cdot \cos\varphi + \frac{35}{128} \varphi \right) \\ g_6 &= \frac{693}{256} \cdot e^{10} \cdot \left(-\frac{1}{10} \cdot \text{sen}^9\varphi \cdot \cos\varphi - \frac{9}{80} \cdot \text{sen}^7\varphi \cdot \cos\varphi - \frac{21}{160} \cdot \text{sen}^5\varphi \cdot \cos\varphi - \frac{21}{128} \cdot \text{sen}^3\varphi \cdot \cos\varphi - \frac{63}{256} \cdot \text{sen}\varphi \cdot \cos\varphi + \frac{63}{256} \varphi \right) \end{aligned}$$

Una vez calculados los valores de g_1 , g_2 , g_3 , g_4 , g_5 y g_6 podremos calcular un valor de la φ' más preciso.

$$\varphi' = \frac{S'm}{a(1-e^2)} - g_2 - g_3 - g_4 - g_5 - g_6$$

Con esta φ' calcularíamos unos nuevos valores de g_1 , g_2 , g_3 , g_4 , g_5 , g_6 y podremos calcular una nueva φ' aún más precisa, repetiríamos el proceso hasta tener unos valores de φ que coincidan en al menos 6 decimales con el cálculo anterior.

Con el cálculo de φ' podremos calcular la latitud y la longitud de nuestros puntos.

$$\lambda = \frac{x}{N' \cdot \cos \varphi'} - \frac{x^3}{6 \cdot N'^3 \cdot \cos \varphi'} \cdot (1 + 2tg^2 \varphi' + \eta'^2) + \frac{x^5}{120 \cdot N'^5 \cdot \cos \varphi'} \cdot (5 + 28tg^2 \varphi' + 24tg^4 \varphi' + 6\eta'^2 + 8\eta'^2 \cdot tg^2 \varphi' - 3\eta'^4 \cdot tg^2 \varphi' - 4\eta'^6 + 24\eta'^6 \cdot tg^2 \varphi')$$

$$\phi = \phi' - \frac{x^2}{2 \cdot N'^2 \cdot \cos \varphi'} \cdot tg \varphi' + \frac{x^4}{24 \cdot N'^4 \cdot \cos \varphi'} \cdot tg \varphi' \cdot (5 + 6tg^2 \varphi' + \eta'^2 - 4\eta'^4) + \frac{x^6}{720 \cdot N'^6 \cdot \cos \varphi'} \cdot tg \varphi' \cdot (61 + 180tg^2 \varphi' + 120tg^4 \varphi' + 46\eta'^2 + 48\eta'^2 \cdot tg^2 \varphi' - 3\eta'^4 \cdot tg^2 \varphi' + 100\eta'^6 - 96\eta'^6 \cdot tg^2 \varphi' + 88\eta'^8 - 192\eta'^8 \cdot tg^2 \varphi')$$

Siendo:

$$- x = \frac{E-500000}{K}$$

$$- y = \frac{N}{K}$$

$$- N' = \frac{a}{(1-e^2(\text{SENO}(\varphi)^2))^{-\frac{1}{2}}}$$

$$- \eta = e^2 \cos(\varphi)$$

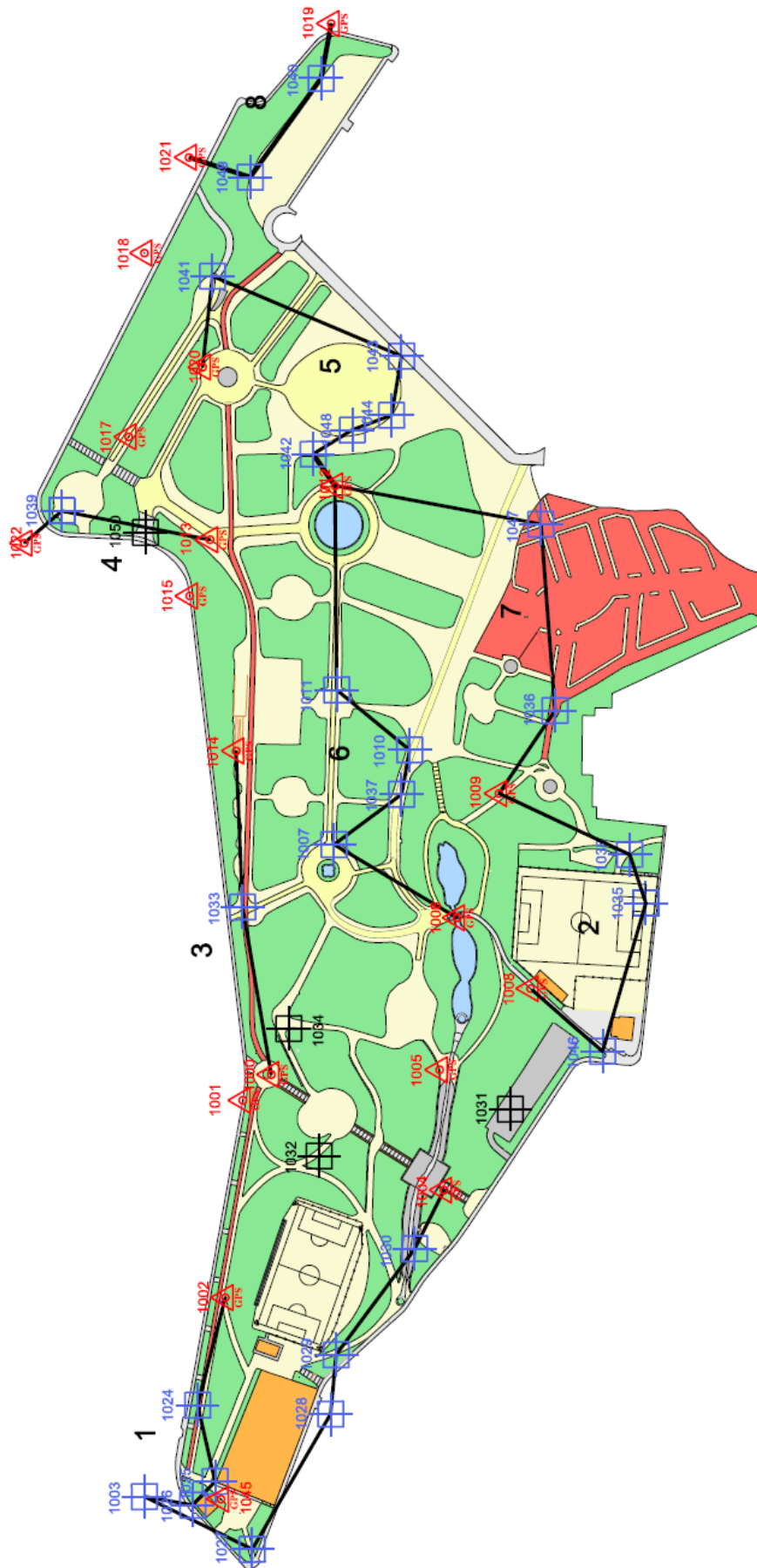
El cálculo de coordenadas cartesianas a partir de las coordenadas geodésicas se encuentra explicado en el capítulo 2, página 24 de esta memoria.

Resultados finales.

Los resultados finales de nuestra red de puntos medida mediante técnicas espaciales GNSS y mediante topografía clásica, desde los cuales se va observar en la red de detalle para poder realizar nuestra cartografía y es la siguiente:

resultados finales						
Estación	E	N	H	precisionEN	precision H	
1000	438055,431	4472269,331	627,967	0,003	0,002	
1001	438036,602	4472290,107	627,595	0,007	0,005	
1002	437892,470	4472302,793	625,237	0,007	0,005	
1004	437970,942	4472143,072	615,150	0,009	0,006	
1005	438058,857	4472146,344	610,978	0,007	0,005	
1006	438169,886	4472133,596	610,469	0,007	0,005	
1008	438117,163	4472078,821	615,374	0,008	0,006	
1009	438260,657	4472102,940	613,130	0,010	0,007	
1012	438485,351	4472222,698	615,843	0,007	0,005	
1013	438445,960	4472313,968	612,805	0,008	0,006	
1014	438291,749	4472294,987	619,460	0,007	0,005	
1015	438404,899	4472328,834	608,270	0,007	0,005	
1017	438521,157	4472373,458	602,903	0,010	0,007	
1018	438655,368	4472361,975	593,766	0,009	0,006	
1019	438822,962	4472225,502	598,038	0,007	0,005	
1020	438572,036	4472319,405	607,396	0,010	0,007	
1021	438725,254	4472329,392	591,769	0,007	0,005	
1022	438443,441	4472449,771	600,166	0,007	0,005	
1045	437745,252	4472305,999	619,113	0,007	0,005	
1007	438223,378	4472223,501	619,890	0,036	0,028	
1037	438260,013	4472174,064	617,548	0,036	0,028	
1010	438292,407	4472168,156	617,388	0,036	0,028	
1011	438336,263	4472221,502	618,594	0,036	0,028	
1024	437813,915	4472323,088	623,097	0,031	0,035	
1025	437758,230	4472310,310	619,906	0,031	0,035	
1026	437740,959	4472326,662	620,355	0,031	0,035	
1003	437747,105	4472361,968	620,933	0,031	0,035	
1027	437708,612	4472283,253	619,126	0,031	0,035	
1028	437807,385	4472225,931	615,542	0,031	0,035	
1029	437850,769	4472221,944	617,982	0,031	0,035	
1030	437928,221	4472164,500	616,018	0,031	0,035	
1033	438177,706	4472290,196	621,693	0,035	0,059	
1039	438467,014	4472422,298	602,352	0,032	0,033	
1038	438216,019	4472007,419	615,870	0,030	0,028	
1035	438180,510	4471995,713	614,623	0,030	0,028	
1046	438072,380	4472027,221	617,623	0,030	0,028	
1041	438638,457	4472312,231	605,859	0,029	0,030	
1043	438580,017	4472174,165	610,487	0,029	0,030	
1044	438536,863	4472181,447	611,057	0,029	0,030	
1048	438526,159	4472210,113	611,050	0,029	0,030	
1042	438508,464	4472238,740	610,877	0,029	0,030	
1047	438457,325	4472072,424	612,942	0,047	0,051	
1036	438321,192	4472062,025	614,078	0,047	0,051	
1040	438782,966	4472232,933	604,443	0,043	0,034	
1049	438710,779	4472284,632	605,309	0,043	0,034	
1032	437996,028	4472234,336	623,365	0,046	0,056	
1034	438088,957	4472256,513	621,297	0,038	0,035	
1031	438030,141	4472094,600	616,979	0,035	0,038	
1050	438451,319	4472361,220	606,202	0,037	0,036	

Los cálculos realizados en Microsoft Office Excel y Topcal 21 se encontraran en formato digital, también se incluye en esta memoria dos ficheros Excel en los cuales se realiza una poligonal y una intersección inversa en el anexo III y las reseñas de los vértices de los puntos de la red secundaria estarán junto a las reseñas de los vértices de la red principal en el anexo II.



Rojo vertice GPS, Azul poligonal, negro interseccion inversa

Red de detalle: Radiación.

Introducción.

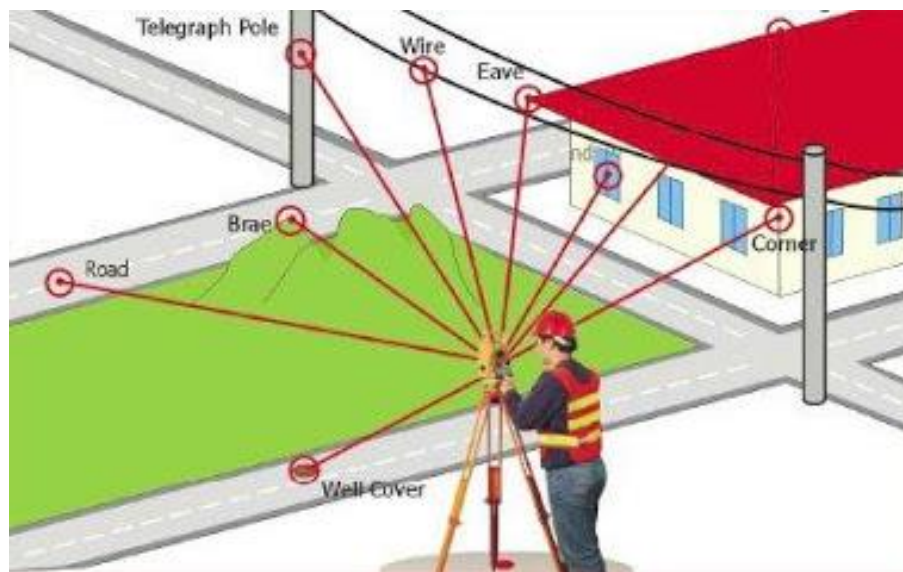
En esta fase del proyecto se observa una red de detalle en la cual se dotará de coordenadas a todos los puntos necesarios para la realización de nuestra cartografía.

Para la saber a qué puntos es necesario dotar de coordenadas partimos de la escala que tendrá nuestra cartografía 1/500, teniendo en cuenta que la mínima percepción visual para un observador normal es de 0,2 mm, tendremos que tener en cuenta que el mínimo tamaño que tendrá los objetos a representar y la precisión de nuestro trabajo será de 0,2mm en el mapa o lo que es lo mismo 10cm en la realidad, también tendremos en cuenta que todo objeto que mida menos de 40cm en la realidad estará perfectamente definido en el plano mediante un único punto.

En altimetría, la precisión exigida en nuestro trabajo dependerá de la equidistancia, en nuestro caso 0,5 metros, tomamos como error máximo altimétrico 1/4 de la equidistancia, por lo tanto la precisión de nuestro trabajo será de 13cm en el caso del cálculo altimétrico.

La observación se ha realizado mediante topografía clásica utilizando como instrumental la estación total Leica 1202+ descrita en el apartado anterior y como material auxiliar: trípode, jalón con prisma y flexómetro.

Para la red de detalle se observó mediante el método topográfico de la radiación, y el cálculo de coordenadas fue realizado mediante el software informático: Microsoft Office Excel y Topcal 21.



Método de la radiación

Radiación.

Introducción.

La radiación es un método Topográfico que permite determinar coordenadas (X, Y, H) desde un punto fijo llamado polo de radiación. Para situar una serie de puntos A, B, C,... se estaciona el instrumento en un punto O y desde él se visan direcciones OA, OB, OC, OD..., tomando nota de las lecturas acimutales y cenitales, así como de las distancias a los puntos y de la altura de instrumento y de la señal utilizada para materializar el punto visado. Los datos previos que requiere el método son las coordenadas del punto de estación y el acimut (o las coordenadas, que permitirán deducirlo) de al menos una referencia.

Cálculo de errores.

El error cometido en una radiación no podrá ser determinado a posteriori ni podrá ser compensado, pero si podremos estimar el error a priori dependiendo de los errores accidentales descritos en el apartado anterior (red secundaria). El error máximo cometido en la radiación vendrá determinado como el mayor entre los errores cometidos en la medida de ángulos, error transversal y el cometido en la medida de distancias, error longitudinal, y el error total en la medida de nuestros puntos será la componente cuadrática entre el error cometido en la radiación y el error de estación.

$$e = \sqrt{e_{xy}^2 + e_{rad}^2} \qquad e_{rad} = e_t \text{ ó } e_l$$

- Error transversal. Indica la incertidumbre de error cometida como resultado de la medida de ángulos será:

$$e_t = e_{a(radianes)} \cdot D$$

Siendo: e_a el error total acimutal y D la distancia medida.

Tomando como error acimutal el calculado en el apartado anterior $63''$ y como distancia 200m, que es mayor que la máxima distancia medida, el error máximo cometido en la radiación será de unos 2cm. Teniendo en cuenta que nuestro peor vértice tiene una precisión de 4,5cm la precisión de nuestros puntos radiados será de 5cm en el peor de los casos; lo cual está dentro de la precisión exigida en nuestro trabajo y lo estaría aun en el caso de haber sido muy optimistas en la determinación del error angular y tasar este en $250''$.

- Error longitudinal. Indica la incertidumbre de error como resultado de la medida de distancias.

$$e_l = \frac{e_d}{D}$$

Siendo: e_d el error total en la medida de distancias y D la distancia.

Tomando como error en la medida de distancias 5mm y considerando como distancia mínima de radiación 1,5 podremos determinar que en el peor de los casos el error cometido será inferior a 4cm, por lo tanto la incertidumbre de todos nuestros puntos radiados será inferior a los 10cm y estarán dentro de la precisión exigida.

La precisión final en altimetría vendrá determinada como la componente cuadrática entre el error altimétrico del vértice estación y el error cometido en el cálculo de la radiación.

$$e_H = \sqrt{e_{H(\text{estacion})}^2 + e_{\Delta H(\text{radiacion})}^2}$$

El error total en medida de altitudes: $e_{\Delta H} = \sqrt{e_i + e_m + e_t}$

Siendo:

- e_i y e_m (error en la medida de altura de estación y altura del jalón). Lo cuantificamos en 5mm

$$e_i = e_m = 5mm$$

- e_t . (error en la medida de desniveles)

$$e_t = \sqrt{(e_d^2 \cos^2 v) + D^2 \text{seno}^2(e_v)} \approx 14mm$$

En nuestro caso tendremos un error en la medida de altitudes de 16mm

$$e_{\Delta H} = \sqrt{e_i + e_m + e_t} \approx 16mm$$

Teniendo en cuenta que la precisión altimétrica de nuestros puntos de estación es inferior a 6cm, los puntos calculados por medio de la radiación tendrán un error por debajo de los 8cm, mientras que la precisión altimétrica exigida en nuestro trabajo es de 13cm.

A la vista de los datos obtenidos podemos determinar que los puntos obtenidos en nuestra radiación se encontraran siempre dentro de la precisión exigida para nuestro trabajo, siempre que no estemos cometiendo errores groseros.

Observación.

Antes de empezar la observación tendremos, al igual que en la observación de poligonales e intersecciones inversas, que eliminar o al menos reducir los errores sistemáticos del aparato y asegurarnos de que la altura del jalón es la correcta para lo cual realizaremos las calibraciones de colimación horizontal, vertical y constante de prisma.

Para realizar la observación, primero observamos y situamos el 0 de la estación en una referencia lejana y bien definida, en la mayoría de los casos antenas pararrayos, después se observa por el método de vueltas de horizonte a vértices de coordenadas conocidas para calcular la orientación del aparato y a partir de esta orientación calcular los diferentes acimuts entre nuestra estación y los puntos radiados.

Posteriormente se observa en CD a todos los puntos que conformaran nuestra red de detalle, cada aproximadamente 100 observaciones visamos a la referencia para verificar que la estación no se ha movido y estemos cometiendo errores groseros, en caso de que la lectura se desplace más de 150^{cc} se eliminan todos los puntos medidos entre las dos últimas veces que se visó a la referencia, y en caso de que la diferencia sea entre 80^{cc} y 150^{cc} los puntos se mantuvieron pero se volvió a colocar el 0 en la referencia, en caso de que dicha diferencia de lecturas fuese inferior a 80^{cc} se sigue trabajando con normalidad.

Se eligió como diferencia máxima para el desplazamiento admisible de la lectura entre una y otra observación a la referencia 150^{cc} porque teniendo en cuenta los cálculos del error total planímetro descrito con anterioridad, con una desviación en la lectura horizontal 150^{cc} estaríamos cometiendo un error total inferior a 8cm lo cual entra dentro de la precisión requerida, pero se eliminaron todos los puntos que superaron esa diferencia puesto que la desviación es demasiado grande y nos arriesgaríamos a estar teniendo errores mayores a los aceptables.

Para el cálculo de las coordenadas planimétricas y altimétricas realizamos lecturas horizontales, verticales y de distancias, además para facilitar el trabajo en gabinete le indicamos a la estación total: la altura de estación, la altura de prisma y el código.

Los códigos se utilizaron para que al exportar los datos, conociéramos a que corresponde cada punto radiado, además se llevó un cuaderno de incidencias para en caso de introducir un código erróneo o en caso de no tener introducido en nuestra estación el código necesario poder ser corregido en gabinete.

El cálculo se realiza mediante Topcal21. El cálculo de uno de los vértices se ha realizado mediante hojas de cálculo Microsoft office Excel, solo se ha realizado el cálculo desde 1 de los vértices puesto que disponemos de muchos vértices de observación y repetir el trabajo de Topcal21 en Excel en este caso resultaba muy tedioso.

Cálculo de la radiación.

Para realizar calcular coordenadas planimétricas por el método de radiación lo primero será determinar la desorientación de la estación, esta se puede obtener puesto que se han realizado observaciones a puntos de coordenadas conocidas.

$$\theta = \text{atan}\left(\frac{\Delta E}{\Delta N}\right) \quad \Sigma = \theta - LH$$

Es conveniente observar a más de un vértice de coordenadas conocidas para tener más de una desorientación y calcular la desorientación como la media de todas las desorientaciones calculadas siempre que estas sean tolerables.

$$e_{\Sigma} = \text{promedio}(\Sigma) - \Sigma \quad T = e_a \sqrt{2} \geq e_{\Sigma} \quad \Sigma = \text{promedio}(\Sigma)$$

Cuando tengamos las desorientaciones podremos calcular todos los acimuts entre la estación y los puntos radiados.

$$\theta = \Sigma + LH$$

Las distancias obtenidas en campo son las distancias geométricas, medidas desde el anteojo hasta el prisma y para el cálculo de coordenadas en proyección UTM necesitaremos conocer las distancias en proyección UTM para lo cual primero calculamos la distancia reducida al nivel de la estación mediante la fórmula:

$$D_{red} = Dg \text{ seno}(LV) \quad Rt = \text{radio de la tierra} = 6378000m$$

Una vez obtenida la distancia reducida al nivel de la estación podremos calcular la distancia elipsoidal y finalmente la distancia en proyección UTM

$$D_{elip} = \frac{D_{red} Rt}{Rt + H_{est}} \quad D_{UTM} = D_{elip} K \quad \text{Siendo } K = 0,999691090$$

Una vez obtenidos los acimuts y las distancias podremos calcular las coordenadas de los puntos de nuestra poligonal.

$$E_p = E_{est} + D_{UTM} \text{ seno}(\theta) \quad N_p = N_{est} + D_{UTM} \cos(\theta)$$

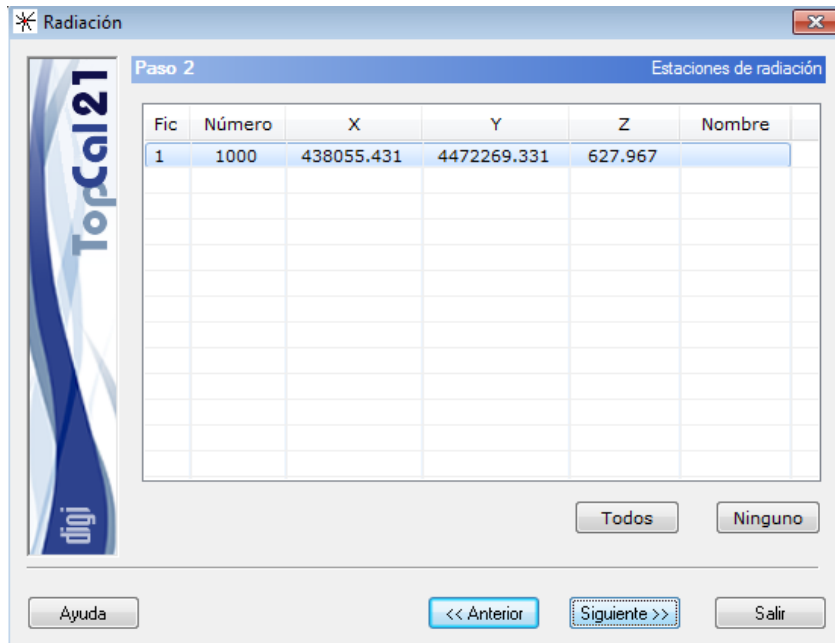
El cálculo de coordenadas altimétricas lo obtenemos a partir de:

$$H_p = H_{est} + Dg \cos(LV) + i - m + (0,5 - ref)\left(\frac{Dg^2}{Rt}\right) \quad \text{Siendo: } ref = 0,13$$

Cálculo de radiación Topcal21

Para calcular las coordenadas con Topcal21, creamos un nuevo proyecto, creamos un fichero de puntos con los puntos de nuestras redes y creamos un fichero de observaciones con las observaciones desde la estación desde la cual queremos calcular la radiación.

Si no tenemos calculada la desorientación con anterioridad, la calculamos y después calculamos la radiación para lo cual debemos marcar las observaciones, que van a ser todas menos las observaciones a vértices de coordenadas conocidas.

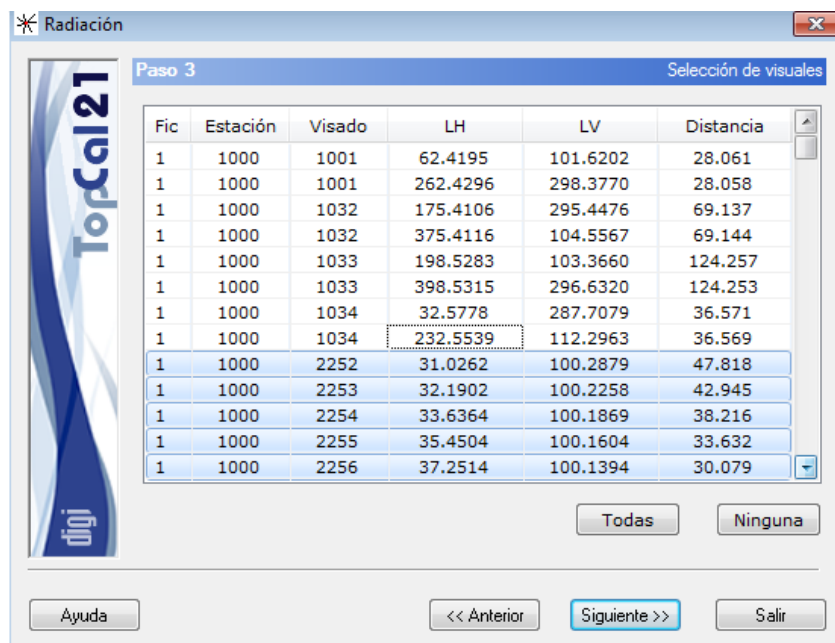


TopCal21 Paso 2 Estaciones de radiación

Fic	Número	X	Y	Z	Nombre
1	1000	438055.431	4472269.331	627.967	

Todos Ninguno

Ayuda << Anterior Siguiente >> Salir



TopCal21 Paso 3 Selección de visuales

Fic	Estación	Visado	LH	LV	Distancia
1	1000	1001	62.4195	101.6202	28.061
1	1000	1001	262.4296	298.3770	28.058
1	1000	1032	175.4106	295.4476	69.137
1	1000	1032	375.4116	104.5567	69.144
1	1000	1033	198.5283	103.3660	124.257
1	1000	1033	398.5315	296.6320	124.253
1	1000	1034	32.5778	287.7079	36.571
1	1000	1034	232.5539	112.2963	36.569
1	1000	2252	31.0262	100.2879	47.818
1	1000	2253	32.1902	100.2258	42.945
1	1000	2254	33.6364	100.1869	38.216
1	1000	2255	35.4504	100.1604	33.632
1	1000	2256	37.2514	100.1394	30.079

Todas Ninguna

Ayuda << Anterior Siguiente >> Salir

Radiación

Paso 4 Configurar salida de datos

Número	X	Y	Z	Nombre
2252	438010.392	4472285.330	628.061	
2253	438015.251	4472284.436	628.125	
2254	438019.990	4472283.582	628.165	
2255	438024.611	4472282.756	628.192	
2256	438028.218	4472282.113	628.211	
2257	438030.313	4472281.758	628.216	
2258	438032.254	4472281.350	628.220	
2259	438034.237	4472280.897	628.231	
2260	438036.202	4472280.306	628.233	

Fichero TopCal de resultados
Radiacion1000.pts

☒ Incluir en el proyecto actual

Al añadir puntos nuevos
☐ No modificar puntos existentes
☒ Modificar puntos existentes

Ayuda << Anterior **Calcular** Salir

El programa nos devolverá un fichero de puntos con las coordenadas de los puntos radiados y un fichero ASCII con los resultados

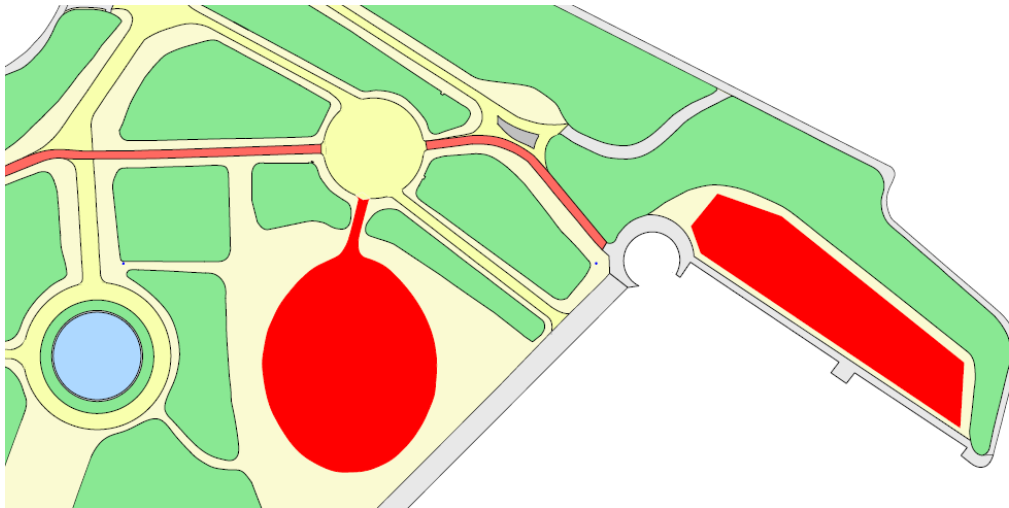
Nuevo							AbreArch	AbreProy	SalvaProy	Salva	Inserta	Elimina	Agrega	Deshacer	Rehacer	Borra	Recupera	SistRef	Instrum	Imprimir	Calcula	Ayuda	Acerca
Otros archivos			/	Número	X	Y	Z	Desorientación															
inversas		1	2252	438010.392	4472285.330	628.061	0.0000																
prueba (*)		2	2253	438015.251	4472284.436	628.125	0.0000																
prueba pts (*)		3	2254	438019.990	4472283.582	628.165	0.0000																
obs obs (*)		4	2255	438024.611	4472282.756	628.192	0.0000																
Radiacion1000 pts (*)		5	2256	438028.218	4472282.113	628.211	0.0000																
		6	2257	438030.313	4472281.758	628.216	0.0000																
		7	2258	438032.254	4472281.350	628.220	0.0000																
		8	2259	438034.237	4472280.897	628.231	0.0000																
		9	2260	438036.202	4472280.306	628.233	0.0000																
		10	2261	438038.097	4472279.655	628.213	0.0000																
		11	2262	438039.857	4472279.011	628.186	0.0000																
		12	2263	438041.646	4472278.269	628.139	0.0000																
		13	2264	438043.330	4472277.473	628.105	0.0000																
		14	2265	438045.067	4472276.524	628.062	0.0000																
		15	2266	438045.808	4472276.122	628.040	0.0000																
		16	2267	438050.217	4472259.926	627.387	0.0000																
		17	2268	438050.005	4472259.497	627.232	0.0000																
		18	2269	438049.652	4472259.068	627.077	0.0000																
		19	2270	438048.491	4472257.164	626.754	0.0000																
		20	2271	438048.292	4472256.708	626.590	0.0000																
		21	2272	438047.982	4472256.254	626.412	0.0000																
		22	2273	438046.749	4472254.305	626.098	0.0000																
		23	2274	438046.493	4472253.869	625.948	0.0000																

Tras calcular las radiaciones desde todos los puntos de estación podremos realizar la cartografía.

Resultados y conclusiones.

En total para la realización de nuestra cartografía se han radiado un total de unos 12000 puntos, los cuales estarán disponibles tanto en ficheros de puntos de Topcal21 y en formato DXF. También se ha realizado una el cálculo de la radiación desde uno de los vértices con Excel, este cálculo está disponible en formato digital y en el anexo III de esta memoria.

El parque ha sido medido en su totalidad a excepción de 2 jardines que rodean el tanatorio puesto que en el momento de la toma de datos estos se encontraban en obras. Las carreteras colindantes y la acera de la carretera opuesta al parque no han sido radiadas, puesto que al ser el objetivo final el mapa del parque no se consideró necesario incluirlos en el trabajo.



En rojo zona del parte que no pudo ser radiada



Edición cartográfica.

Introducción.

Esta es la fase final del proyecto y consiste en la obtención de una cartografía a escala 1/500 del parque de San Isidro.

Para su generación serán necesarios todos los puntos cuya obtención y cálculo han sido descritos en los apartados anteriores.

Para el diseño de la cartografía se ha tenido en cuenta que la escala final del proyecto es 1/500 y en ella se han representados todos los elementos del parque que puedan ser susceptibles de ser objeto de estudio para diferentes proyectos que se quieran realizar como podría ser el desarrollo o mejora de infraestructuras u obras de ingeniería civil.

Esta fase del proyecto se divide en dos: la obtención de la cartografía y la generación de un modelo digital del terreno con el cual se obtendrán las curvas de nivel.

También se ha realizado una generalización de la cartografía a escala 1/500 para obtener un mapa a escala 1/1500, con el fin de disponer de un mapa que incluya la totalidad del parque en una sola hoja.

Instrumental necesario.

El instrumental necesario para este proyecto serán los programas informáticos AutoCAD2012, MicrostationV8 y MDTOPX

Y una impresora HP designjet 500ps Plus para obtener la cartografía final en papel.

Modelo digital del Terreno

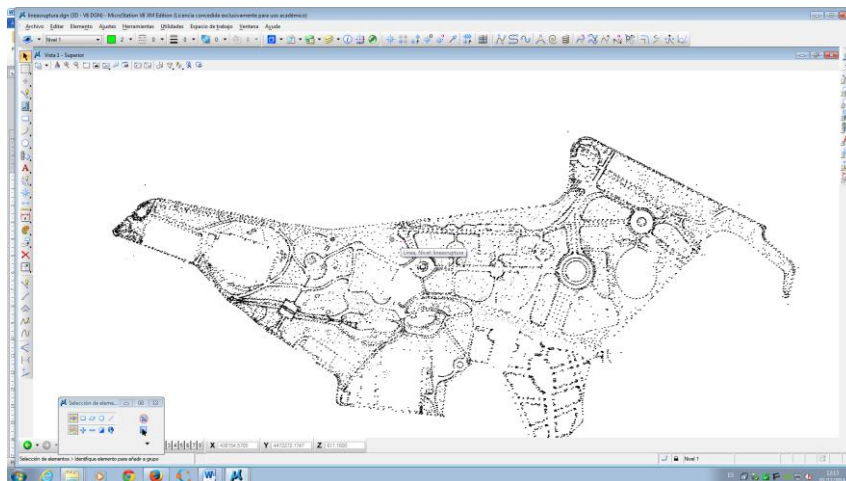
Introducción.

Esta fase del proyecto consiste en la obtención de un modelo digital del terreno a partir de los datos obtenidos en campo. Se realiza un modelo digital del terreno puesto que nos permitirá calcular las curvas de nivel de nuestra cartografía.

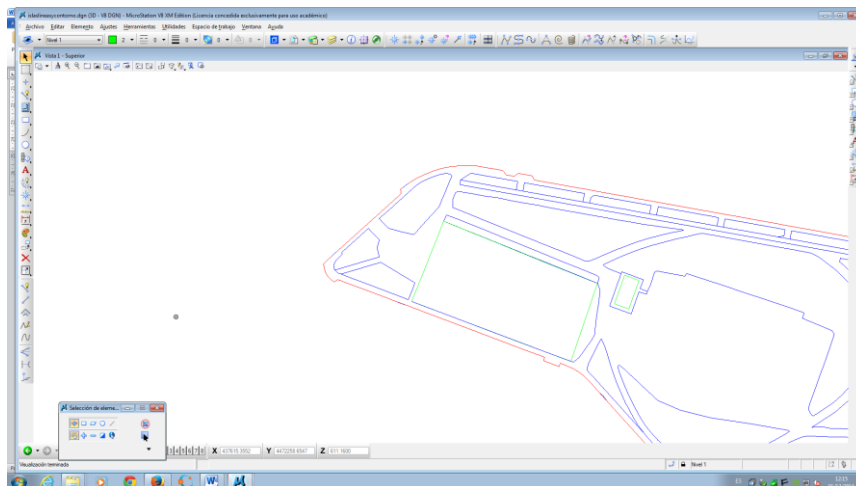
Para la realización del modelo digital del terreno será necesario disponer de todos los puntos de nuestro trabajo cuya obtención y calculo ha sido explicada en apartados anteriores.

Generación del modelo digital del terreno

Lo primero que haremos será la obtención de la nube de puntos obtenida en los apartados anteriores. Esta se obtendrá a partir del software topográfico Topcal 21 que nos proporcionara la nube de puntos en formato DXF.

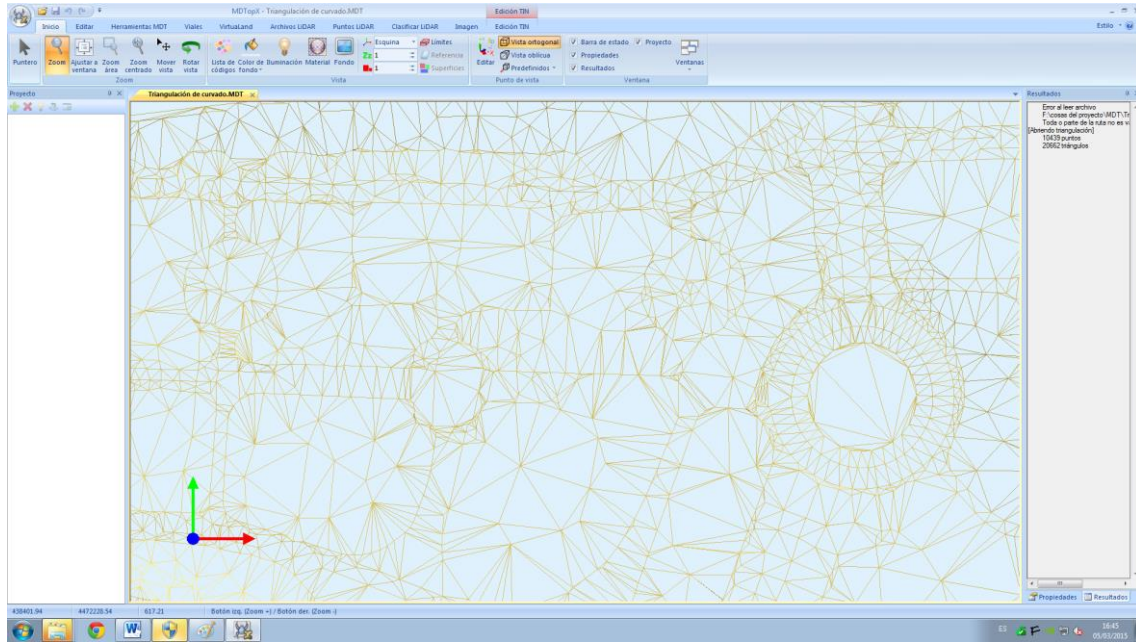


Y después en un fichero DGN de MicrostationV8 dibujamos todas las líneas de ruptura.

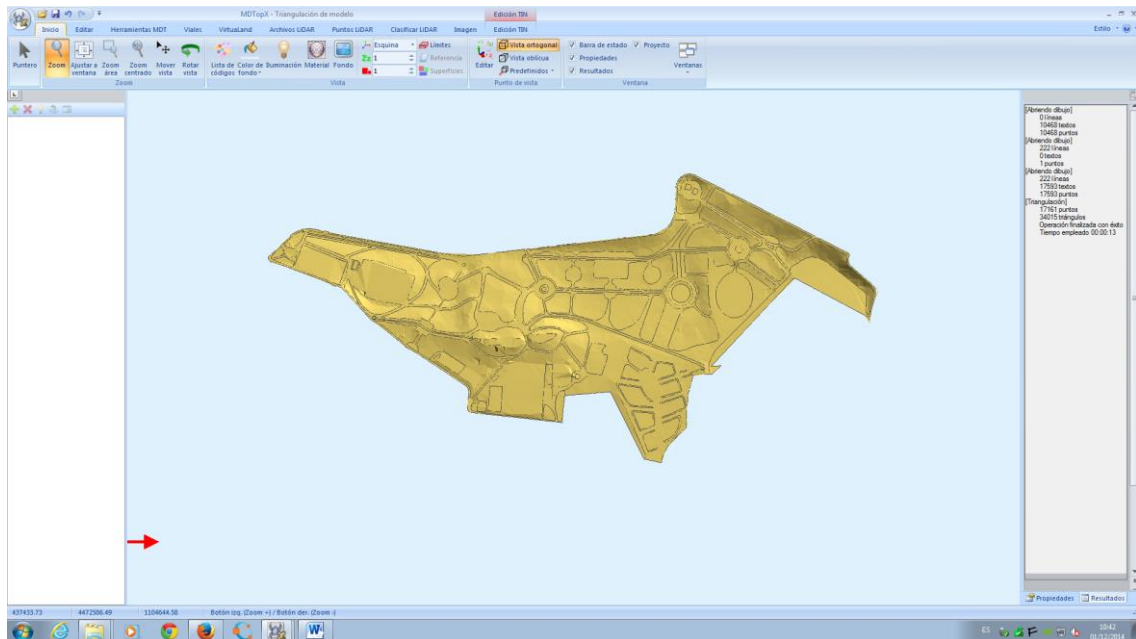


Una vez tengamos las líneas de ruptura y la nube de puntos lo exportamos en un fichero DXF y lo abrimos en el programa MDTopX.

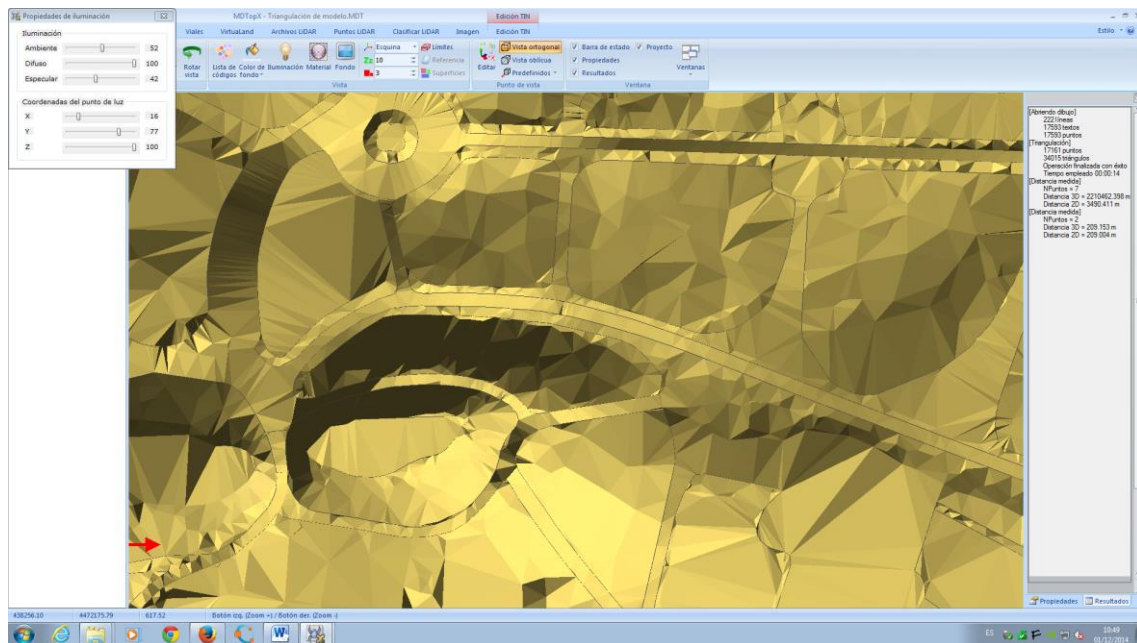
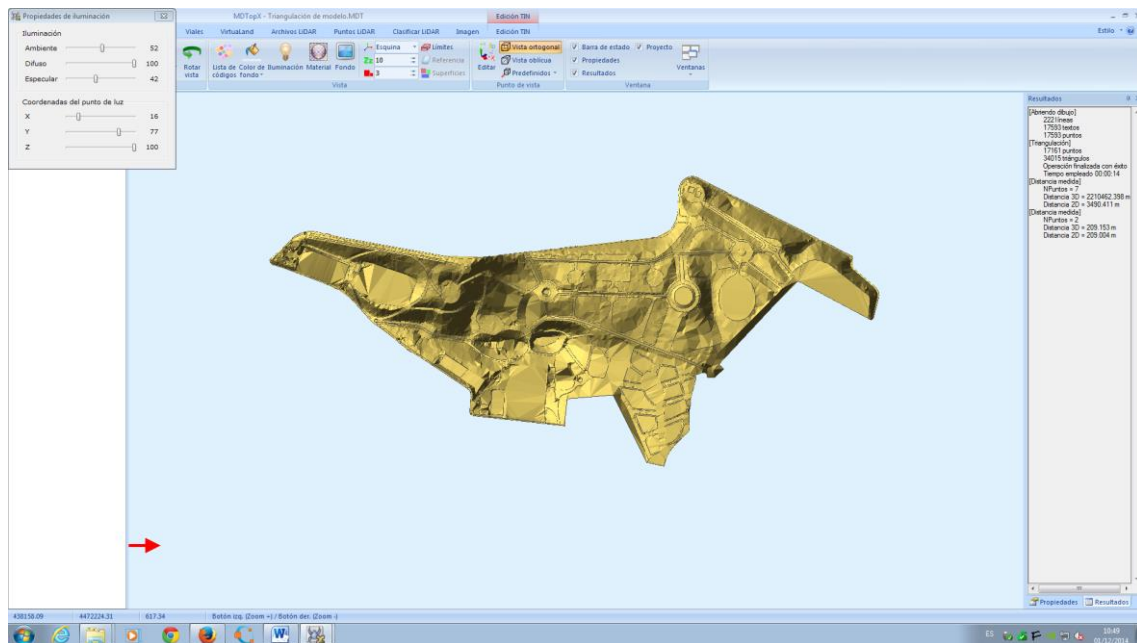
Este programa nos ofrecerá la posibilidad de hacer una triangulación. El resultado es este.



Con el resultado de la radiación creamos el modelo digital del terreno.

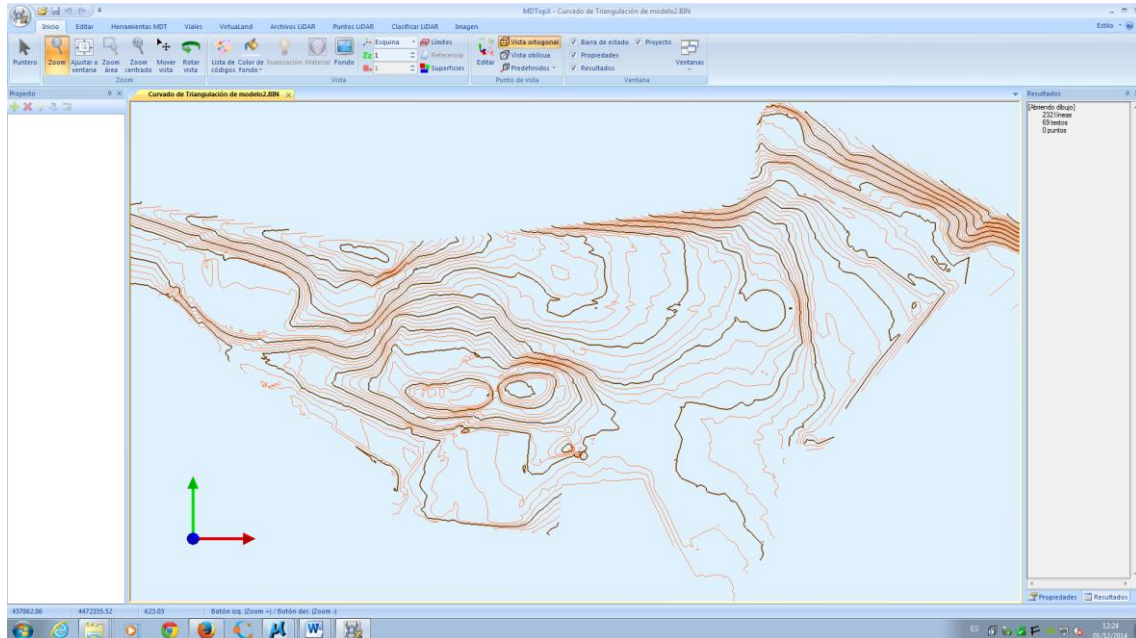


Para mejorar su visualización se puede modificar la luz, color... y aumentar la escala en Z.



Curvado.

Una vez que tenemos el modelo digital con el programa MDTopX podremos realizar un curvado para lo cual será necesario indicar las líneas de ruptura, la escala, el suavizado de las curvas y la equidistancia deseada, en nuestro caso elegimos una equidistancia de 0.5m y 2m para las curvas maestras.



Se analiza con detenimiento que las curvas de nivel se correspondan con la realidad, de tener puntos erróneos eliminaríamos tales puntos y volveríamos a repetir el proceso, hasta que el resultado sea el deseado.

Cartografía

Introducción.

Una vez obtenidos todos los puntos y el curvado podremos empezar a realizar la cartografía final.

La cartografía final se ha realizado en 2D dada la complejidad que supone la elaboración en 3D en MicrostationV8.

Antes de empezar a trabajar abriremos un fichero semilla indicando las unidades con las que vamos a trabajar y un fichero de células y otro fichero de color.

Obtención de la nube de puntos.

Lo primero que haremos será importar los puntos obtenidos en campo calculados con el software topográfico Topcal21.

Los puntos radiados los tendremos separados en varios ficheros DXF, un fichero DXF por cada uno de los códigos usados. Con el fin de facilitar nuestro trabajo, colocamos cada fichero de puntos DXF en diferentes niveles. Esto nos permitirá activar y visualizar solo los puntos que se requieran en cada momento de la elaboración de la cartografía, en vez de trabajar con todos los puntos a la vez, puesto que debido a la gran cantidad de puntos radiados (unos 12000), sería casi imposible la realización de la cartografía si estos estuviesen todos en el mismo nivel.

Diseño y creación del Mapa

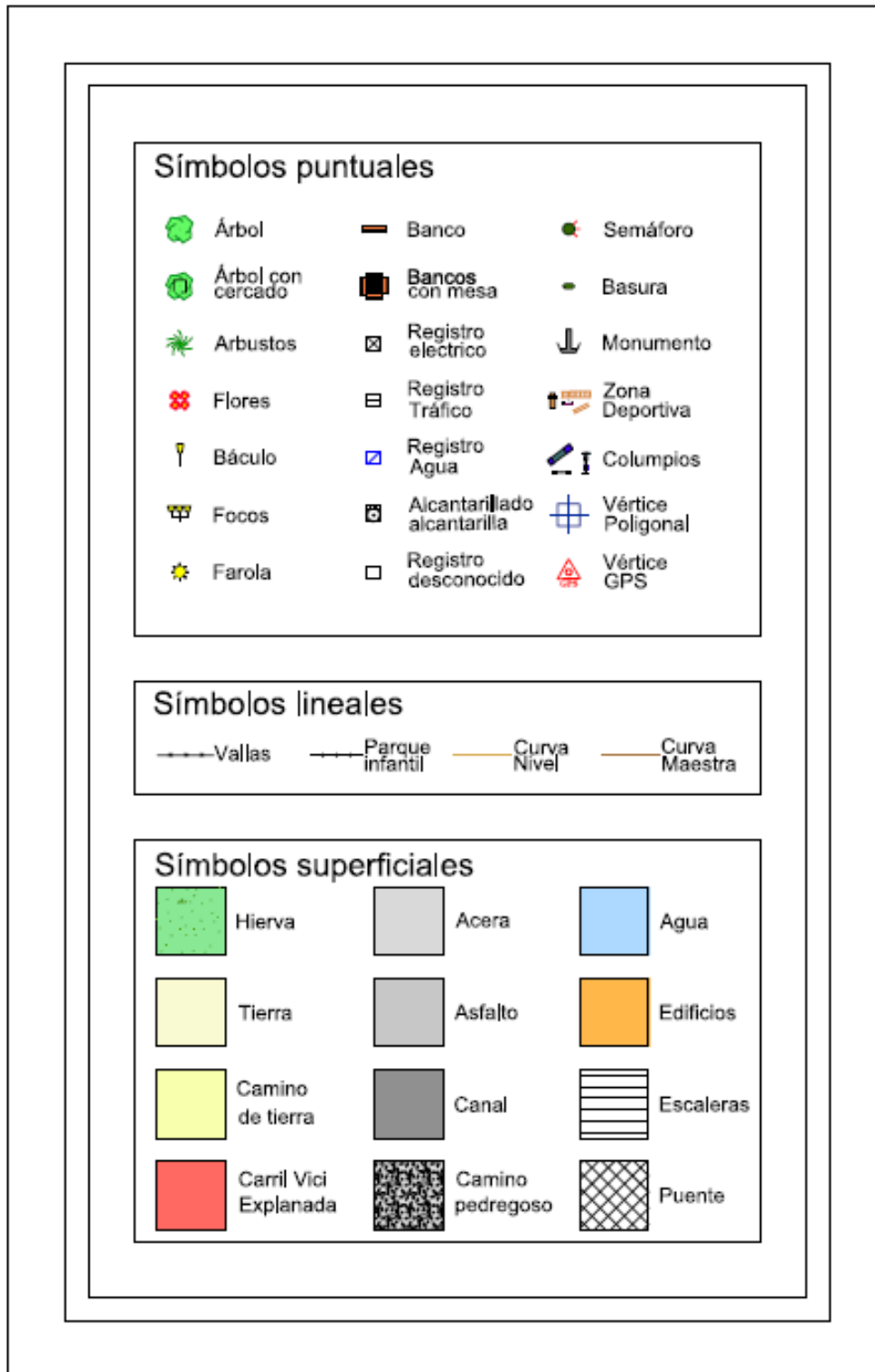
Esta fase trata de obtener una cartografía que sea visualmente estética sin perder la precisión.

Lo que se hace es unir todos los puntos que generan las líneas que configuran el parque mediante las herramientas de dibujo que nos proporciona MicrostationV8, una vez generadas se unen creando las superficies que se tienen en el parque real.

Para los objetos como pueden ser árboles, bancos, registros, farolas... generamos símbolos que guardamos como una célula para poder situarlos donde sea requerido. Los símbolos utilizados serán:

- Símbolos puntuales: se situaran sobre el punto donde se requiera. Algunos de estos símbolos podrán ser situados directamente como pueden ser los árboles o los arbustos y otros precisan ser orientados como por ejemplo los registros y los bancos
- Símbolos lineales: estos elementos tienen una disposición lineal se trata de las curvas de nivel, vallas, borde parque infantil...
- Símbolos superficiales: Representan una característica que se extiende a lo largo de una superficie como por ejemplo zonas de hierba, agua, edificios...

Los símbolos utilizados y que pueden obtenerse en la leyenda son los siguientes:



Una vez situados todos los símbolos se introduce la toponimia que consistirá en la rotulación de las curvas maestras, los textos de cotas y los topónimos de las diferentes calles y edificios.

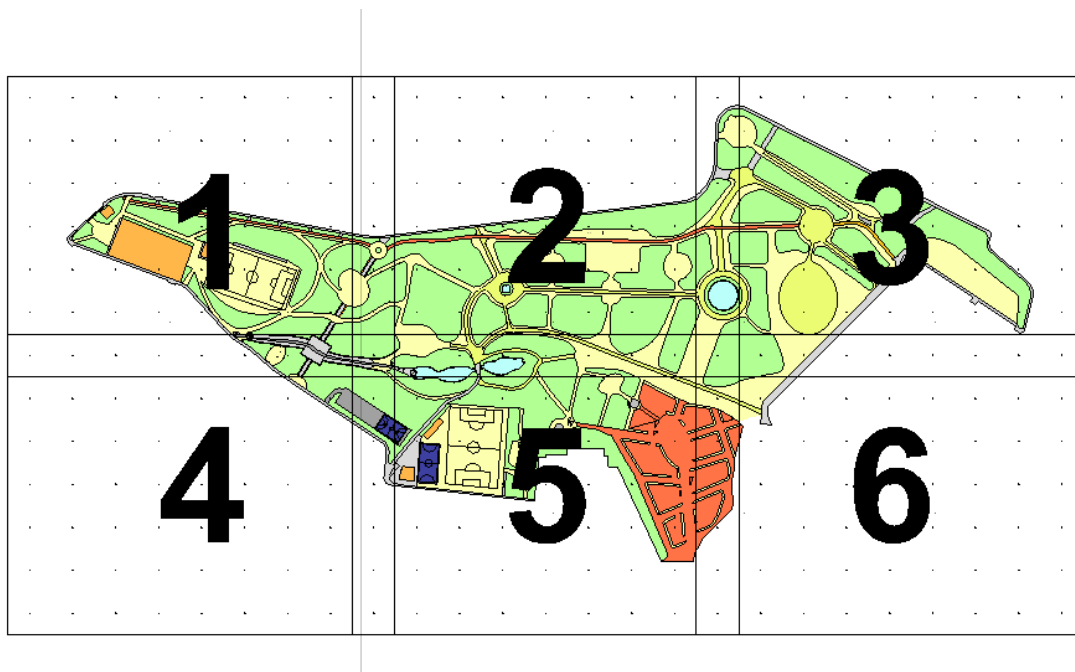
Separación y generación de las Hojas.

Para la representación de la cartografía se ha decidido utilizar un papel en formato DIN A0 puesto que es un tamaño muy habitual en la representación de mapas y de esta manera no es necesario el uso de muchas hojas.

Lo primero será saber el tamaño de cada hoja en nuestro mapa. Teniendo en cuenta que una hoja en tamaño A0 mide 841x1189mm en nuestro mapa cada hoja será de 420.5x594.5m.

Como hay que dejar sitio para la leyenda, la escala, coordenadas de la cuadrícula, y resto de información como el autor, nombre del proyecto... se decidió finalmente que cada hoja contenga 350x450m de terreno, y que entre cada dos hojas haya 50 metros de solapamiento.

Para que la cuadrícula, que tendrá una distancia entre las marcas de 50 metros, quede centrada se colocan las hojas de manera que las esquinas estén en coordenadas que terminen en 25 o 75m tanto en E como en N, y que el parque quede lo más centrado posible. La distribución de las hojas es la siguiente:



Una vez que ya es conocido el tamaño de las hojas y el tamaño de mapa que contiene cada hoja, colocamos los demás elementos que conformaran cada una de las hojas (leyenda, escala...) de manera que quede legible y que resulte estético.

Cuando ya se tiene diseñadas las hojas solo falta para concluir el trabajo de edición cartográfica el recortar mediante un cercado el trozo de parque que le pertenece a cada hoja y poner las coordenadas de la cuadrícula que le corresponde a cada hoja.

Impresión.

Finalmente la última parte del proceso será realizar la impresión de las cartografías. Para ello será necesario en la sección de impresión del programa MicrostationV8, indicar el tamaño del folio, los grosores de las líneas, el estilo de línea en caso de haberse utilizado estilos de línea diferentes, y definir la escala.

Una vez realizado esto se realiza una primera impresión en la cual se observa que los tonos utilizados, las líneas, los símbolos... tienen el aspecto deseado. De ser así se realiza el resto de las copias.

Se ha guardado también una copia en formato PDF para su impresión rápida y de fácil acceso.

Cartografía a escala 1/1500

Con el fin de disponer de una cartografía que abarcase la totalidad del parque en una sola hoja, se realiza una reducción de la escala a 1/1500, para lo cual es necesario realizar una generalización de los diferentes símbolos (puntuales, lineales y superficiales) y del tamaño de la rotulación, con el fin de que sean legibles en la nueva escala.

También se realiza un nuevo curvado con una equidistancia de 1m y con 5m entre curvas maestras, a partir del modelo digital del terreno obtenido anteriormente.

También creamos una nueva distribución de los elementos que conforman nuestra hoja (localización, autor, leyenda...) y se realiza una nueva escala y una nueva cuadrícula con separación de 100 metros.

Presupuesto.

Se realiza el cálculo del coste que supondría para una empresa la materialización de un proyecto como el realizado. Para lo cual se hace una distinción entre costes directos e indirectos.

Costes directos. Se obtienen de la suma de los costes básicos de producción más el coste total de fabricación. Estos costes serán inversamente proporcionales al tiempo de ejecución del proyecto.

- Costes básicos. Generados por las materias primas y mano de obra
- Costes generales Generados en el proceso de fabricación del producto: maquinaria, transporte...

Costes indirectos. Son los costes generados por la existencia de la empresa. Por ejemplo: alquiler del local, facturas de luz, agua...

Estos presupuestos son orientativos puesto que cada empresa tasa de manera diferente la mano de obra, alquiler de equipos, beneficio de la empresa...

Cálculo de costes.

Directos básicos

- Mano de obra de un Ingeniero técnico en topografía. 30.000€ año, suponiendo 200 días laborables nos da un coste de 150€ diarios.
- Mano de obra de un peón auxiliar. 15000€ al año, nos salen a 75€ diarios.
- Material de oficina (tinta, papel, CD, bolígrafos...) 50€.
- Material de campo (maza, spray aerosol, clavos) 15€.
- Encuadernación de los tomos. 30€ por tomo.

Directos generales.

- Receptor Leica GPS 500. 80€ por equipo día.
- Estación total Leica 1202 50€ al día.
- Amortización ordenadores+ software 20€ al día.

Desplazamiento y dietas

- Amortización del vehículo y gasolina. 20€ diarios
- Dietas 15 € diarios por persona

Indirectos.

- Mantenimiento de la empresa 12 € diarios

Beneficio de la empresa (B.E). 15% del total.

I.V.A 21% de la suma del gasto total más el beneficio de la empresa y el gasto general.

Calculo del presupuesto.

Fase previa			
Fases del proyecto	Dias	Mano de obra	Costes mano de obra (€)
Planidicacion del proyecto.	1	1 ITT	150
Estudio en campo del parque	1	1 ITT	150
Coste total(€)			300

Observación red principal					
Fases del proyecto	Dias	Mano de obra	Costes mano de obra (€)	Material	Costes material(€)
Trabajos de campo	3	1 ITT+ 1 Aux	675	2 GPS	480
Trabajos de gabinete	3	1 ITT	450	1 Ordenador	60
Coste total(€)					1665

Observacion red secundaria y radiación					
Fases del proyecto	Dias	Mano de obra	Costes mano de obra (€)	Material	Costes material(€)
Trabajos de campo	20	1 ITT+ 1 Aux	4500	1 Estación	1000
Trabajos de gabinete	5	1 ITT	750	1 Ordenador	140
Coste total(€)					6390

Edición cartográfica					
Fases del proyecto	Dias	Mano de obra	Costes mano de obra (€)	Material	Costes material(€)
Trabajos gabinete	30	1 ITT	4500	1 Ordenador	1410
Coste total (€)					5910

Redaptación de la memoria					
Fases del proyecto	Dias	Mano de obra	Costes mano de obra (€)	Material	Costes material(€)
Trabajos gabinete	15	1 ITT	2250	1 Ordenador	300
Coste total (€)					2550

otros gastos						
Dietas ITT (€)	Dietas Aux(€)	Transp (€)	material oficina(€)	material campo (€)	encuadernacion (€)	Mantenimiento empresa
1425	345	1900	50	15	90	1140
Coste total (€)						4965

Costes totales					
Fase del proyecto	Coste (€)	Beneficio empresa 15%	Coste total (€)	I.V.A 21%	Gasto final
Fase previa	300	45	345	72,45	417,45
Observacion red principal	1665	249,75	1914,75	402,0975	2316,8475
Observación red secundaria y radiacion	6390	958,5	7348,5	1543,185	8891,685
Edición Cartográfica	5910	886,5	6796,5	1427,265	8223,765
Redaptación de la memoria	2550	382,5	2932,5	615,825	3548,325
Otros gastos	4965	744,75	5709,75	1199,0475	6908,7975
Total					30306,87





Conclusiones.

Los presupuestos aquí expresados han sido calculados teniendo en cuenta el tiempo que se ha tardado en la realización del trabajo, pero teniendo en cuenta que debido a la falta de experiencia tanto del ingeniero como del auxiliar algunas fases del proyecto se ha precisado mucho más tiempo que el que habría tardado una empresa con trabajadores ampliamente experimentados en las diferentes tareas de este proyecto; además en el caso de una empresa no se precisaría la realización de una memoria describiendo todo el proceso sino que bastaría con un informe más escueto.

Documentación a entregar.

- Memoria. Fichero en formato Word en el que se describen todos los pasos seguidos desde la fase previa hasta la finalización del proyecto, también incluye el resultado del ajuste de la red primaria, las coordenadas de los vértices de las red primaria y secundaria y las reseñas de dichos vértices. Dicha memoria también se entrega impresa.
- Red principal. Ficheros en formatos PDF donde vienen los resultados del ajuste realizado en el cálculo de la red principal. También se incluye un fichero Excel con las coordenadas y las precisiones de los vértices.
- Red secundaria. Ficheros de Topcal21 con el cálculo de las diferentes poligonales y de las intersecciones inversas realizadas, dichos cálculos se incluyen realizados con Microsoft office Excel. También se incluye un fichero Excel con las coordenadas y las precisiones de los vértices de la red secundaria.
- Transformación de coordenadas. Fichero Excel en cual se puede ver el proceso de cálculo de las coordenadas geodésicas a partir de las coordenadas UTM y de las coordenadas cartesianas a partir de las coordenadas geodésicas calculadas anteriormente.
- Red de detalle. Ficheros de Topcal21 con el cálculo de la radiación. Un fichero Excel con el cálculo de la radiación en uno de los estacionamientos.
- Cartografías. Ficheros del software de diseño asistido por ordenador MicrostationV8, se entrega un fichero de células, un fichero de color, y los ficheros de las 6 hojas que abarcan nuestro trabajo y la hoja a escala 1/1500. También se incluyen las 7 hojas del trabajo en formato PDF listo para ser impreso.
- Planos. Impresión de las 6 hojas que contiene nuestro trabajo y de la hoja a escala 1/1500.

Propuesta:

 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS EN TOPOGRAFÍA, GEODESIA Y CARTOGRAFÍA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Departamento de Ingeniería Topográfica y Cartografía Registro de Entrada n° <u>373</u> Fecha: <u>14</u> / <u>Marzo</u> / <u>2014</u></div>																
TITULACIÓN DE INGENIERO TÉCNICO EN TOPOGRAFÍA																		
PROYECTO FIN DE CARRERA – PROPUESTA DE PFC																		
PFC Individual <input checked="" type="checkbox"/> PFC de dos Alumnos <input type="checkbox"/> PFC de tres Alumnos <input type="checkbox"/>		PFC - 1																
ALUMNO 1. DATOS PERSONALES - ACADÉMICOS																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><tr><td colspan="2">APELLIDOS: Javier Espejel</td></tr><tr><td>NOMBRES: Julian</td><td>DNI: 50557912</td></tr><tr><td>DOMICILIO: Calle Camino alto de San Isidro. 6. 4ºc.</td><td>CORREO ELECTRÓNICO: julianjavier99@gmail.com</td></tr><tr><td colspan="2">C.P. CIUDAD, PROVINCIA: 28019, Madrid, madrid</td></tr><tr><td>TELÉFONO 1: 615154252</td><td>TELÉFONO 2:</td></tr><tr><td colspan="2">CRÉDITOS PENDIENTES DE SUPERAR DE ASIGNATURAS:</td></tr><tr><td>TRONCALES: <input type="text" value="15"/></td><td>OBLIGATORIAS: <input type="text" value="0"/></td></tr><tr><td colspan="2">DE LIBRE ELECCIÓN: <input type="text" value="0"/></td></tr></table>			APELLIDOS: Javier Espejel		NOMBRES: Julian	DNI: 50557912	DOMICILIO: Calle Camino alto de San Isidro. 6. 4ºc.	CORREO ELECTRÓNICO: julianjavier99@gmail.com	C.P. CIUDAD, PROVINCIA: 28019, Madrid, madrid		TELÉFONO 1: 615154252	TELÉFONO 2:	CRÉDITOS PENDIENTES DE SUPERAR DE ASIGNATURAS:		TRONCALES: <input type="text" value="15"/>	OBLIGATORIAS: <input type="text" value="0"/>	DE LIBRE ELECCIÓN: <input type="text" value="0"/>	
APELLIDOS: Javier Espejel																		
NOMBRES: Julian	DNI: 50557912																	
DOMICILIO: Calle Camino alto de San Isidro. 6. 4ºc.	CORREO ELECTRÓNICO: julianjavier99@gmail.com																	
C.P. CIUDAD, PROVINCIA: 28019, Madrid, madrid																		
TELÉFONO 1: 615154252	TELÉFONO 2:																	
CRÉDITOS PENDIENTES DE SUPERAR DE ASIGNATURAS:																		
TRONCALES: <input type="text" value="15"/>	OBLIGATORIAS: <input type="text" value="0"/>																	
DE LIBRE ELECCIÓN: <input type="text" value="0"/>																		
ALUMNO 2. DATOS PERSONALES - ACADÉMICOS																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><tr><td colspan="2">APELLIDOS:</td></tr><tr><td>NOMBRES:</td><td>DNI:</td></tr><tr><td>DOMICILIO:</td><td>CORREO ELECTRÓNICO:</td></tr><tr><td colspan="2">C.P. CIUDAD, PROVINCIA:</td></tr><tr><td>TELÉFONO 1:</td><td>TELÉFONO 2:</td></tr><tr><td colspan="2">CRÉDITOS PENDIENTES DE SUPERAR DE ASIGNATURAS:</td></tr><tr><td>TRONCALES: <input type="text"/></td><td>OBLIGATORIAS: <input type="text"/></td></tr><tr><td colspan="2">DE LIBRE ELECCIÓN: <input type="text"/></td></tr></table>			APELLIDOS:		NOMBRES:	DNI:	DOMICILIO:	CORREO ELECTRÓNICO:	C.P. CIUDAD, PROVINCIA:		TELÉFONO 1:	TELÉFONO 2:	CRÉDITOS PENDIENTES DE SUPERAR DE ASIGNATURAS:		TRONCALES: <input type="text"/>	OBLIGATORIAS: <input type="text"/>	DE LIBRE ELECCIÓN: <input type="text"/>	
APELLIDOS:																		
NOMBRES:	DNI:																	
DOMICILIO:	CORREO ELECTRÓNICO:																	
C.P. CIUDAD, PROVINCIA:																		
TELÉFONO 1:	TELÉFONO 2:																	
CRÉDITOS PENDIENTES DE SUPERAR DE ASIGNATURAS:																		
TRONCALES: <input type="text"/>	OBLIGATORIAS: <input type="text"/>																	
DE LIBRE ELECCIÓN: <input type="text"/>																		
ALUMNO 3. DATOS PERSONALES - ACADÉMICOS																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><tr><td colspan="2">APELLIDOS:</td></tr><tr><td>NOMBRES:</td><td>DNI:</td></tr><tr><td>DOMICILIO:</td><td>CORREO ELECTRÓNICO:</td></tr><tr><td colspan="2">C.P. CIUDAD, PROVINCIA:</td></tr><tr><td>TELÉFONO 1:</td><td>TELÉFONO 2:</td></tr><tr><td colspan="2">CRÉDITOS PENDIENTES DE SUPERAR DE ASIGNATURAS:</td></tr><tr><td>TRONCALES: <input type="text"/></td><td>OBLIGATORIAS: <input type="text"/></td></tr><tr><td colspan="2">DE LIBRE ELECCIÓN: <input type="text"/></td></tr></table>			APELLIDOS:		NOMBRES:	DNI:	DOMICILIO:	CORREO ELECTRÓNICO:	C.P. CIUDAD, PROVINCIA:		TELÉFONO 1:	TELÉFONO 2:	CRÉDITOS PENDIENTES DE SUPERAR DE ASIGNATURAS:		TRONCALES: <input type="text"/>	OBLIGATORIAS: <input type="text"/>	DE LIBRE ELECCIÓN: <input type="text"/>	
APELLIDOS:																		
NOMBRES:	DNI:																	
DOMICILIO:	CORREO ELECTRÓNICO:																	
C.P. CIUDAD, PROVINCIA:																		
TELÉFONO 1:	TELÉFONO 2:																	
CRÉDITOS PENDIENTES DE SUPERAR DE ASIGNATURAS:																		
TRONCALES: <input type="text"/>	OBLIGATORIAS: <input type="text"/>																	
DE LIBRE ELECCIÓN: <input type="text"/>																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><tr><td colspan="3">TÍTULO DEL PFC : Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid.</td></tr><tr><td colspan="3">MATERIAS INVOLUCRADAS: Topografía, Cartografía, GPS.</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td><table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><tr><td style="text-align: center;">CÓD. INTERNO CART</td><td style="text-align: center;">CÓD. UNESCO 250405</td></tr></table></td></tr></table>			TÍTULO DEL PFC : Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid.			MATERIAS INVOLUCRADAS: Topografía, Cartografía, GPS.					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><tr><td style="text-align: center;">CÓD. INTERNO CART</td><td style="text-align: center;">CÓD. UNESCO 250405</td></tr></table>	CÓD. INTERNO CART	CÓD. UNESCO 250405					
TÍTULO DEL PFC : Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid.																		
MATERIAS INVOLUCRADAS: Topografía, Cartografía, GPS.																		
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><tr><td style="text-align: center;">CÓD. INTERNO CART</td><td style="text-align: center;">CÓD. UNESCO 250405</td></tr></table>	CÓD. INTERNO CART	CÓD. UNESCO 250405														
CÓD. INTERNO CART	CÓD. UNESCO 250405																	



DATOS DEL TUTOR / ES – COTUTOR/ES

NOMBRE Y APELLIDOS (TUTOR/ES)		CORREO ELECTRONICO DE CONTACTO:
1	José Manuel Benito Oterino	jmbenito@topografia.upm.es
2		
3		
4		
NOMBRE Y APELLIDOS (COTUTOR/ES)		CORREO ELECTRONICO DE CONTACTO:
1.		
TITULACIÓN:		DNI:
EMPRESA, CENTRO U ORGANISMO:		
DOMICILIO:		TELÉFONO:
C.P., CIUDAD, PROVINCIA:		
2.		
TITULACIÓN:		DNI:
EMPRESA, CENTRO U ORGANISMO:		
DOMICILIO:		TELÉFONO:
C.P., CIUDAD, PROVINCIA:		

Madrid, 13 / Marzo / 2014

FIRMAS DE LOS TUTORES:

1. _____ 2. _____
3. _____ 4. _____

FIRMAS DE LOS COTUTORES:

1. _____ 2. _____



DATOS DEL PROYECTO FIN DE CARRERA

TÍTULO:	CÓD. INTERNO	CÓD. UNESCO
Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid.	CART	250405

RELLENAR LOS SIGUIENTES APARTADOS:

1. OBJETIVOS, ANTECEDENTES (SI LOS HUBIESE), LOCALIZACIÓN, EXTENSIÓN, ETC. 2. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO.

El objetivo del trabajo es hacer un levantamiento topográfico a escala 1/500 del parque de San Isidro, para posteriormente realizar cartografía y un modelo digital del terreno 3D del mismo.

Como antecedente existe un levantamiento de la misma zona elaborado en 1998 para la realización de proyectos de mejora, pero dicho levantamiento es obsoleto por los cambios sufridos en los últimos años (explanada de ampliación, carril bici, tanatorio, jardines del tanatorio, zonas deportivas, y parques infantiles).

El parque se encuentra en la comunidad de Madrid, en la ciudad de Madrid, distrito de Carabanchel.

El parque desciende desde Vía Carpetana hasta el paseo 15 de Mayo, justo al margen oeste del río Manzanares y entre el paseo Ermita del Santo y la calle Carlos Daban. Tiene una superficie aproximada de 30 Has.

Para la localización nos ayudamos de los siguientes mapas del sistema de ordenación geográfica de urbanismo de la comunidad de Madrid:

- E=1/200.000 para ubicar el proyecto en la Comunidad de Madrid.
- E=1/10.000 para ubicar el proyecto en el distrito de Carabanchel.
- E=1/3.000 para localizar los puntos de la red topográfica nacional.

Para la realización del trabajo se realiza una red topográfica de apoyo, enlazada con la red geodésica nacional, mediante técnicas GNSS (estático rápido), desde los cuales se realizará una radicación mediante técnicas GNSS (RTK) y mediante topografía clásica.

Finalmente se realiza la cartografía mediante programas de CAD (microstation) y se realiza el modelo digital del terreno a partir de los datos obtenidos en campo.

SE AÑADE:

CARTOGRAFÍA:

☐

OTROS ANEXOS:

☐



DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

MATERIAL NECESARIO:

2 Receptores GPS bit frecuencia, 1 estación total, material auxiliar (tripodes, clavos, martillo...) Hardware y Software Informáticos.

PREVISIÓN TEMPORAL DE USO DE MATERIAL:

GPS: 4 semanas.
Estación total: 2 semanas.
Equipos Informáticos: 8 semanas.

PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES Y PAUTA TEMPORAL DEL TRABAJO:

Red topográfica: 2 semanas
Radiación:
-topografía clásica: 2 semanas
-RTK: 2 semanas.
Cartografía: 3 semanas.
MDT: 2 semanas
Realización de la Memoria: 3 semanas
Duración aproximada entre 2 meses y medio y 3 meses.

DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR:

-Memoria
-Reseñas de los vértices
-Datos de campo, cálculos y ajuste.
-Cartografías a escala 1/500 del Parque de San Isidro en formato digital e impreso
-Modelo digital del terreno.
-presupuesto

FIRMAS DE LOS ALUMNOS

NOMBRE Y APELLIDOS (ALUMNO/S)	FIRMAS:
1. Julian Javier Espejel	
2. _____	
3. _____	

A RELLENAR POR LA COMISIÓN DEL PROYECTO FIN DE CARRERA

Reunida la Comisión del Proyecto Fin de Carrera, con fecha 26 / Marzo / 2014 ha decidido nombrar al siguiente tribunal:

PRESIDENTE:	<u>Alejandra Staller Vázquez</u>
SECRETARIO:	<u>José Mamel Benito Oterino</u>
VOCAL:	<u>Juan Prieto Morin</u>
SUPLENTE:	<u>Alejandro Solano Villarrubio</u>

Madrid, 26 / Marzo / 2014

Firma del Presidente

Bibliografía.

- Páginas de web de divulgación general.
- Apuntes de la asignatura SPG. Autores: Juan F Prieto Morín y Jesús Velasco Gómez.
- Apuntes de la asignatura Topografía II. Autor Mercedes Farjas Abadía.
- Apuntes de las asignaturas Cartografía Matemática y Geodesia. Autor Alejandra Staller Vázquez.
- Apuntes y fotocopias obtenidas a lo largo de la carrera en las diferentes asignaturas.
- Libro de texto Topografía general y aplicada. Autor Francisco Domínguez García-Tejero.
- Proyecto fin de carrera. Levantamiento taquímetro del parque de San Isidro (Madrid) a escala 1/500 y proyecto de obras de mejora en el mismo. Alumnos: Miguel Ángel Ayuso Navares y Juan Ángel García-cervigón Bueno. Tutor Lorenzo Ibáñez pastor.
- Proyecto fin de carrera. Levantamiento y red topográfica del parque Juan Pablo II. Alumno: Fernando Ruíz Gómez. Tutor: Rafael Caturla Vázquez.
- Proyecto fin de carrera. Levantamiento de la zona de gran dolina en el yacimiento de Atapuerca (Burgos). Alumno: Carlos Asuero Salcedo. Tutores Mercedes Farjas Abadía, Cesar García Pérez. Cotutores: Harald Stenberg y Raquel Pérez Martínez.
- Proyecto fin de carrera: levantamiento taquimétrico a escala 1/500 de la zona S.W del parque Juan Carlos I (Pinto) generación del modelo digital de la misma. Alumnos: Raúl Medina Lorenzo, Juan Antonio Suero Domínguez. Tutores Rosa María Chueca Castedo, Alejandra Staller Vázquez, José Fábrega Golpe.
- Manuales Leica.
- Manual Microstation V8.

Anexos.

Anexo I. Resultados del ajuste de la red principal. (Coordenadas cartesianas, geodésicas y UTM huso-30)

Geodésicas.



Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2007 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG


Creado: 09/11/2014 13:37:26

Información del proyecto

Nombre del proyecto: ajustred
Fecha de creación: 03/19/2014 10:46:57
Huso horario: 1h 00'
Sistema de coordenadas: ETRS89-UTM30-EGM08
Programa de aplicación: LEICA Geo Office 6.0
Kernel de procesamiento: MOVE3 3.4

Información general

Ajuste

Tipo: Forzado
Dimensión: 3D
Sistema de coordenadas: WGS 1984
Tipo de altura: Elipsoidal
Número de iteraciones: 1
Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m  (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 2
Número de estaciones desconocidas: 19
Total: 21

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 180 (60 líneas base) (incluye 3 Líneas base como observaciones libres)
Coordenadas conocidas: 6
Total: 186 (incluye 9 Observaciones libres)

Incógnitas

Coordenadas: 63
Total: 63
Grados de libertad: 123

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.6439
Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
Beta: 80.0 %
Sigma a-priori (GPS): 10.0
Valor crítico de Prueba W: 1.96

Valor crítico de la prueba T (2 dimensiones): 2.42
Valor crítico de la prueba T (3 dimensiones): 1.89
Valor crítico de prueba F: 0.95
Prueba F: 0.59 ✓ (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Prec (95%)
1000	Latitud	40° 23' 55.41869" N	-0.0011 m	0.0039 m
	Longitud	3° 43' 47.81602" W	-0.0004 m	0.0039 m
	Altura	679.0860 m	0.0005 m	0.0039 m
1001	Latitud	40° 23' 56.08744" N	-0.0016 m	0.0092 m
	Longitud	3° 43' 48.62199" W	-0.0003 m	0.0092 m
	Altura	678.7138 m	0.0013 m	0.0092 m
1002	Latitud	40° 23' 56.46020" N	-0.0006 m	0.0101 m
	Longitud	3° 43' 54.74038" W	-0.0002 m	0.0101 m
	Altura	676.3562 m	0.0003 m	0.0101 m
1004	Latitud	40° 23' 51.30143" N	-0.0008 m	0.0118 m
	Longitud	3° 43' 51.35564" W	-0.0003 m	0.0118 m
	Altura	666.2689 m	0.0004 m	0.0118 m
1005	Latitud	40° 23' 51.43111" N	-0.0015 m	0.0101 m
	Longitud	3° 43' 47.62759" W	-0.0002 m	0.0101 m
	Altura	662.0972 m	-0.0007 m	0.0101 m
1006	Latitud	40° 23' 51.04736" N	-0.0007 m	0.0101 m
	Longitud	3° 43' 42.91350" W	-0.0007 m	0.0101 m
	Altura	661.5880 m	0.0008 m	0.0101 m
1008	Latitud	40° 23' 49.25691" N	-0.0042 m	0.0112 m
	Longitud	3° 43' 45.13074" W	-0.0017 m	0.0112 m
	Altura	666.4924 m	0.0003 m	0.0112 m
1009	Latitud	40° 23' 50.07743" N	-0.0011 m	0.0138 m
	Longitud	3° 43' 39.05251" W	-0.0004 m	0.0138 m
	Altura	664.2484 m	0.0005 m	0.0138 m
1012	Latitud	40° 23' 54.02110" N	-0.0006 m	0.0101 m
	Longitud	3° 43' 29.56308" W	-0.0002 m	0.0101 m
	Altura	666.9605 m	0.0003 m	0.0101 m
1013	Latitud	40° 23' 56.97053" N	-0.0007 m	0.0112 m
	Longitud	3° 43' 31.26576" W	-0.0002 m	0.0112 m
	Altura	663.9224 m	0.0003 m	0.0112 m
1014	Latitud	40° 23' 56.31389" N	-0.0006 m	0.0100 m
	Longitud	3° 43' 37.80065" W	-0.0002 m	0.0100 m
	Altura	670.5775 m	0.0003 m	0.0100 m
1015	Latitud	40° 23' 57.44173" N	-0.0009 m	0.0100 m
	Longitud	3° 43' 33.01273" W	-0.0003 m	0.0100 m
	Altura	659.3870 m	-0.0008 m	0.0100 m
1017	Latitud	40° 23' 58.91985" N	-0.0011 m	0.0140 m
	Longitud	3° 43' 28.09664" W	-0.0004 m	0.0140 m
	Altura	654.0201 m	0.0005 m	0.0140 m
1018	Latitud	40° 23' 58.58305" N	-0.0008 m	0.0119 m
	Longitud	3° 43' 22.39952" W	-0.0003 m	0.0119 m
	Altura	644.8829 m	0.0003 m	0.0119 m
1019	Latitud	40° 23' 54.20156" N	-0.0006 m	0.0101 m
	Longitud	3° 43' 15.24305" W	-0.0002 m	0.0101 m
	Altura	649.1546 m	0.0002 m	0.0101 m



1020	Latitud	40° 23' 57.18039" N	-0.0011 m	0.0141 m	
	Longitud	3° 43' 25.91963" W	-0.0004 m	0.0141 m	
	Altura	658.5124 m	0.0005 m	0.0141 m	
1021	Latitud	40° 23' 57.54490" N	-0.0006 m	0.0101 m	
	Longitud	3° 43' 19.42369" W	-0.0002 m	0.0101 m	
	Altura	642.8853 m	0.0002 m	0.0101 m	
1022	Latitud	40° 24' 01.37403" N	-0.0011 m	0.0092 m	
	Longitud	3° 43' 31.41991" W	0.0001 m	0.0092 m	
	Altura	651.2828 m	0.0009 m	0.0092 m	
1045	Latitud	40° 23' 56.52459" N	-0.0020 m	0.0101 m	
	Longitud	3° 44' 00.98634" W	-0.0010 m	0.0101 m	
	Altura	670.2321 m	0.0036 m	0.0101 m	
IGNE	Latitud	40° 26' 45.00901" N	0.0000 m	-	fijo
	Longitud	3° 42' 34.28323" W	0.0000 m	-	fijo
	Altura	766.9201 m	0.0000 m	-	fijo
MER2	Latitud	40° 23' 21.68198" N	0.0000 m	-	fijo
	Longitud	3° 37' 48.28617" W	0.0000 m	-	fijo
	Altura	727.5921 m	0.0000 m	-	fijo

Cartesianas.

- when it has to be right



Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2007 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 09/11/2014 13:37:26

Información del proyecto

Nombre del proyecto: ajustred
Fecha de creación: 03/19/2014 10:46:57
Huso horario: 1h 00'
Sistema de coordenadas: ETRS89-UTM30-EGM08
Programa de aplicación: LEICA Geo Office 6.0
Kernel de procesamiento: MOVE3 3.4

Información general

Ajuste

Tipo: Forzado
Dimensión: 3D
Sistema de coordenadas: WGS 1984
Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m ✓ (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 2
Número de estaciones desconocidas: 19
Total: 21

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 180 (60 líneas base) (incluye 3 Líneas base como observaciones libres)
Coordenadas conocidas: 6
Total: 186 (incluye 9 Observaciones libres)

Incógnitas

Coordenadas: 63
Total: 63

Grados de libertad: 123

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.6439
Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
Beta: 80.0 %
Sigma a-priori (GPS): 10.0
Valor crítico de Prueba W: 1.96

Valor crítico de la prueba T (2 dimensiones): 2.42
Valor crítico de la prueba T (3 dimensiones): 1.89
Valor crítico de prueba F: 0.95
Prueba F: 0.59 ✓ (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Prec (95%)
1000	X	4854343.6071 m	0.0010 m	0.0039 m
	S	-316464.4153 m	-0.0004 m	0.0039 m
	Z	4112242.3050 m	-0.0005 m	0.0039 m
1001	X	4854328.7458 m	0.0020 m	0.0092 m
	S	-316482.4952 m	-0.0004 m	0.0092 m
	Z	4112257.7745 m	-0.0004 m	0.0092 m
1002	X	4854310.1275 m	0.0006 m	0.0101 m
	S	-316625.8860 m	-0.0003 m	0.0101 m
	Z	4112265.0036 m	-0.0003 m	0.0101 m
1004	X	4854410.5762 m	0.0008 m	0.0118 m
	S	-316552.4396 m	-0.0003 m	0.0118 m
	Z	4112137.2720 m	-0.0004 m	0.0118 m
1005	X	4854410.5393 m	0.0004 m	0.0101 m
	S	-316464.3253 m	-0.0002 m	0.0101 m
	Z	4112137.6150 m	-0.0016 m	0.0101 m
1006	X	4854425.0394 m	0.0010 m	0.0101 m
	S	-316353.8534 m	-0.0008 m	0.0101 m
	Z	4112128.2697 m	0.0000 m	0.0101 m
1008	X	4854461.0852 m	0.0028 m	0.0112 m
	S	-316408.6071 m	-0.0019 m	0.0112 m
	Z	4112089.3847 m	-0.0030 m	0.0112 m
1009	X	4854452.3323 m	0.0010 m	0.0138 m
	S	-316264.3776 m	-0.0004 m	0.0138 m
	Z	4112107.2071 m	-0.0005 m	0.0138 m
1012	X	4854390.2610 m	0.0006 m	0.0101 m
	S	-316036.0553 m	-0.0002 m	0.0101 m
	Z	4112201.6133 m	-0.0003 m	0.0101 m
1013	X	4854326.5002 m	0.0007 m	0.0112 m
	S	-316072.1456 m	-0.0003 m	0.0112 m
	Z	4112268.9341 m	-0.0004 m	0.0112 m
1014	X	4854334.6419 m	0.0006 m	0.0100 m
	S	-316227.1232 m	-0.0002 m	0.0100 m
	Z	4112257.8212 m	-0.0003 m	0.0100 m
1015	X	4854310.9756 m	0.0000 m	0.0100 m
	S	-316112.4231 m	-0.0003 m	0.0100 m
	Z	4112277.0642 m	-0.0012 m	0.0100 m
1017	X	4854284.9401 m	0.0010 m	0.0140 m
	S	-315994.5408 m	-0.0004 m	0.0140 m
	Z	4112308.3103 m	-0.0005 m	0.0140 m
1018	X	4854293.4419 m	0.0008 m	0.0119 m
	S	-315860.4486 m	-0.0003 m	0.0119 m
	Z	4112294.4762 m	-0.0004 m	0.0119 m
1019	X	4854395.0583 m	0.0005 m	0.0101 m
	S	-315697.9221 m	-0.0002 m	0.0101 m
	Z	4112194.3128 m	-0.0003 m	0.0101 m



1020	X	4854326.3927 m	0.0010 m	0.0141 m	
	S	-315945.7874 m	-0.0004 m	0.0141 m	
	Z	4112270.3578 m	-0.0005 m	0.0141 m	
1021	X	4854317.1924 m	0.0005 m	0.0101 m	
	S	-315791.6632 m	-0.0002 m	0.0101 m	
	Z	4112268.7931 m	-0.0003 m	0.0101 m	
1022	X	4854228.8044 m	0.0014 m	0.0092 m	
	S	-316069.4278 m	0.0000 m	0.0092 m	
	Z	4112364.1901 m	-0.0003 m	0.0092 m	
1045	X	4854294.5988 m	0.0040 m	0.0101 m	
	S	-316772.4931 m	-0.0013 m	0.0101 m	
	Z	4112262.5472 m	0.0008 m	0.0101 m	
IGNE	X	4851137.6700 m	0.0000 m	-	fijo
	S	-314518.6880 m	0.0000 m	-	fijo
	Z	4116282.0360 m	0.0000 m	-	fijo
MER2	X	4855597.7939 m	0.0000 m	-	fijo
	S	-308047.6160 m	0.0000 m	-	fijo
	Z	4111481.1160 m	0.0000 m	-	fijo

Proyectadas.

- when it has to be right



Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2007 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 09/11/2014 13:37:26

Información del proyecto

Nombre del proyecto: ajustred
Fecha de creación: 03/19/2014 10:46:57
Huso horario: 1h 00'
Sistema de coordenadas: ETRS89-UTM30-EGM08
Programa de aplicación: LEICA Geo Office 6.0
Kernel de procesamiento: MOVE3 3.4

Información general

Ajuste

Tipo: Forzado
Dimensión: 3D
Sistema de coordenadas: WGS 1984
Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m ✓ (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 2
Número de estaciones desconocidas: 19
Total: 21

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 180 (60 líneas base) (incluye 3 Líneas base como observaciones libres)
Coordenadas conocidas: 6
Total: 186 (incluye 9 Observaciones libres)

Incógnitas

Coordenadas: 63
Total: 63

Grados de libertad: 123

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.6439
Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
Beta: 80.0 %
Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de Prueba W: 1.96

Valor crítico de la prueba T (2 dimensiones): 2.42
Valor crítico de la prueba T (3 dimensiones): 1.89
Valor crítico de prueba F: 0.95
Prueba F: 0.59 ✓ (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Prec (95%)
1000	X local	438055.4308 m	-0.0004 m	0.0039 m
	Y local	4472269.3307 m	-0.0011 m	0.0039 m
	Altura	679.0860 m	0.0005 m	0.0039 m
1001	X local	438036.6020 m	-0.0003 m	0.0092 m
	Y local	4472290.1073 m	-0.0016 m	0.0092 m
	Altura	678.7139 m	0.0013 m	0.0092 m
1002	X local	437892.4697 m	-0.0002 m	0.0101 m
	Y local	4472302.7933 m	-0.0006 m	0.0101 m
	Altura	676.3563 m	0.0003 m	0.0101 m
1004	X local	437970.9423 m	-0.0003 m	0.0118 m
	Y local	4472143.0718 m	-0.0008 m	0.0118 m
	Altura	666.2690 m	0.0004 m	0.0118 m
1005	X local	438058.8574 m	-0.0002 m	0.0101 m
	Y local	4472146.3442 m	-0.0015 m	0.0101 m
	Altura	662.0973 m	-0.0007 m	0.0101 m
1006	X local	438169.8863 m	-0.0007 m	0.0101 m
	Y local	4472133.5955 m	-0.0007 m	0.0101 m
	Altura	661.5880 m	0.0008 m	0.0101 m
1008	X local	438117.1633 m	-0.0018 m	0.0112 m
	Y local	4472078.8210 m	-0.0042 m	0.0112 m
	Altura	666.4924 m	0.0003 m	0.0112 m
1009	X local	438260.6565 m	-0.0004 m	0.0138 m
	Y local	4472102.9398 m	-0.0011 m	0.0138 m
	Altura	664.2485 m	0.0005 m	0.0138 m
1012	X local	438485.3511 m	-0.0002 m	0.0101 m
	Y local	4472222.6981 m	-0.0006 m	0.0101 m
	Altura	666.9606 m	0.0003 m	0.0101 m
1013	X local	438445.9603 m	-0.0003 m	0.0112 m
	Y local	4472313.9675 m	-0.0007 m	0.0112 m
	Altura	663.9225 m	0.0003 m	0.0112 m
1014	X local	438291.7487 m	-0.0002 m	0.0100 m
	Y local	4472294.9868 m	-0.0006 m	0.0100 m
	Altura	670.5776 m	0.0003 m	0.0100 m
1015	X local	438404.8986 m	-0.0004 m	0.0100 m
	Y local	4472328.8340 m	-0.0009 m	0.0100 m
	Altura	659.3871 m	-0.0008 m	0.0100 m
1017	X local	438521.1573 m	-0.0004 m	0.0140 m
	Y local	4472373.4584 m	-0.0011 m	0.0140 m
	Altura	654.0201 m	0.0005 m	0.0140 m
1018	X local	438655.3679 m	-0.0003 m	0.0119 m
	Y local	4472361.9745 m	-0.0008 m	0.0119 m
	Altura	644.8830 m	0.0003 m	0.0119 m
1019	X local	438822.9623 m	-0.0002 m	0.0101 m
	Y local	4472225.5018 m	-0.0006 m	0.0101 m
	Altura	649.1546 m	0.0002 m	0.0101 m

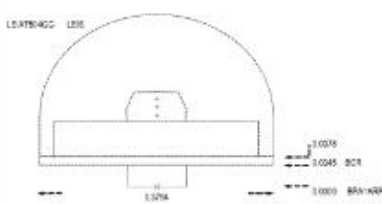




1020	X local	438572.0357 m	-0.0004 m	0.0141 m	
	Y local	4472319.4050 m	-0.0011 m	0.0141 m	
	Altura	658.5124 m	0.0005 m	0.0141 m	
1021	X local	438725.2543 m	-0.0002 m	0.0101 m	
	Y local	4472329.3918 m	-0.0006 m	0.0101 m	
	Altura	642.8854 m	0.0002 m	0.0101 m	
1022	X local	438443.4405 m	0.0001 m	0.0092 m	
	Y local	4472449.7710 m	-0.0011 m	0.0092 m	
	Altura	651.2829 m	0.0009 m	0.0092 m	
1045	X local	437745.2517 m	-0.0010 m	0.0101 m	
	Y local	4472305.9991 m	-0.0020 m	0.0101 m	
	Altura	670.2321 m	0.0036 m	0.0101 m	
IGNE	X local	439830.7970 m	0.0000 m	-	fijo
	Y local	4477484.2394 m	0.0000 m	-	fijo
	Altura	766.9201 m	0.0000 m	-	fijo
MER2	X local	446523.1462 m	0.0000 m	-	fijo
	Y local	4471163.9319 m	0.0000 m	-	fijo
	Altura	727.5921 m	0.0000 m	-	fijo

Anexo II Reseñas de los vértices.


Incluye vértices pertenecientes a la Red Topográfica de Madrid, a la Red Topográfica Nacional, y los vértices pertenecientes a nuestro trabajo, calculados mediante técnicas GNSS y técnicas de topografía clásica (poligonal).

Estación GNSS permanente perteneciente al ERGNSS. IGNE.

Reseña de Estación Permanente - ERGNSS		13-dic-2014												
<p>Situación:</p> <p>Código.....: IGNE Municipio: Madrid Nombre.....: IGNE Código IERS: 13411M001 Provincia: Madrid Instalación....: 19 de mayo de 2008</p> <p>Localización.: Instituto Geográfico Nacional, C/ Gral. Ibañez de Ibero, 3 28008 - Madrid -</p> <p>Construcción: Pilar de hormigón, de 1,20 cm. La marca de coordenadas se encuentra en placa metálica.</p>														
<p>Coordenadas ETRS89:</p> <table border="0"><tr><td>Longitud.....: - 3° 42' 34,28323"</td><td>X.....: 4851137.670 m.</td></tr><tr><td>Latitud.....: 40° 28' 45,00901"</td><td>Y.....: -314518.688 m.</td></tr><tr><td>Altitud elipsoidal: 766.920 m.</td><td>Z.....: 4116282.036 m.</td></tr><tr><td>X UTM.....: 439830.797 m.</td><td>Altitud sobre el nivel medio del mar:</td></tr><tr><td>Y UTM.....: 4477484.256 m.</td><td></td></tr><tr><td>Huso.....: 30</td><td></td></tr></table>			Longitud.....: - 3° 42' 34,28323"	X.....: 4851137.670 m.	Latitud.....: 40° 28' 45,00901"	Y.....: -314518.688 m.	Altitud elipsoidal: 766.920 m.	Z.....: 4116282.036 m.	X UTM.....: 439830.797 m.	Altitud sobre el nivel medio del mar:	Y UTM.....: 4477484.256 m.		Huso.....: 30	
Longitud.....: - 3° 42' 34,28323"	X.....: 4851137.670 m.													
Latitud.....: 40° 28' 45,00901"	Y.....: -314518.688 m.													
Altitud elipsoidal: 766.920 m.	Z.....: 4116282.036 m.													
X UTM.....: 439830.797 m.	Altitud sobre el nivel medio del mar:													
Y UTM.....: 4477484.256 m.														
Huso.....: 30														
<p>Instrumentación:</p> <p>Receptor: LEICA GRX1200GGPRO Antena: LEIAT504GG LEIS Altura: 0.0480 m. (BPA) Offset de centros de fase de antena: L1 0.087 m. L2 0.118 m.</p> <p>Esquema antena</p> 														
<p>Información adicional:</p> <p>Esta estación permanente pertenece a la red ERGNSS.</p> <p>Datos horarios a 1, 5, 15 y 30 segundos y diarios a 30 segundos ftp://ftp.geodesia.ign.es</p> <p>Emite correcciones diferenciales a través del Caster http://ergnss-ip.ign.es a través de los puntos de montaje:</p> <ul style="list-style-type: none">- IGNE0 formato de la corrección RTCM versión RTCM 3.1- IGNE1 formato de la corrección RTCM versión RTCM 2.3 <p>E-mail de contacto: buzon-geodesia@fomento.es</p>														
														
<p>Observaciones:</p>														

Estación GNSS permanente. MER2. ETSI en topografía, geodesia y cartografía.

Vértice perteneciente a la Red Topográfica de Madrid numero 1082 (1001 en el proyecto)



RED TOPOGRAFICA DE MADRID

VÉRTICE: 1082		RED G.P.S.	Nº HOJA M.T.N. : 559		
COORDENADAS ED50			COORDENADAS ETRS89		
X	Y	Z Orto.	X	Y	Altitud ELP.
438146.042	4472497.559	627.720	438036.604	4472290.099	678.751

SITUACIÓN:
En el bordillo del Paseo de la Ermita del santo y frente a una gasolinera.

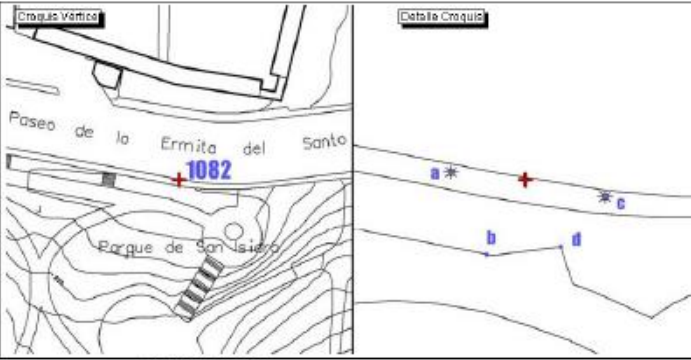
SEÑAL: Clavo Reglamentario.

VÉRTICES VISIBLES

1081

0201

7683




REFERENCIAS


a: Farola 6.14

c: Farola 29.81

b: Normal a bordillo 2.19

d: Esquina bordillo 21.32





Vértice perteneciente a la Red Topográfica de Madrid numero 201 (1000 en el proyecto)



RED TOPOGRAFICA DE MADRID

VÉRTICE:	201	RED G.P.S.	Nº HOJA M.T.N. :	559		
COORDENADAS ED50			COORDENADAS ETRS89			
X	Y	Z Orto.	X	Y	Altitud ELP.	
438164.866	4472476.766	628.125	438055.427	4472269.306	679.156	

SITUACIÓN:

En el parque de San Isidro, en el Paseo de la Ermita del Santo, en isleta circular elevada en el centro.

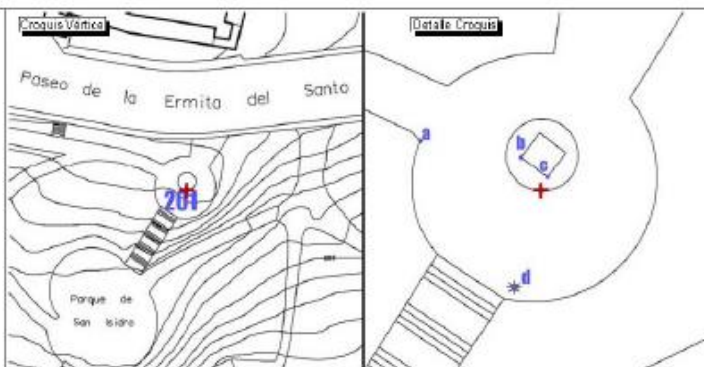
SEÑAL: Clavo Reglamentario.

VÉRTICES VISIBLES

Gómez Ulla

7683

1082



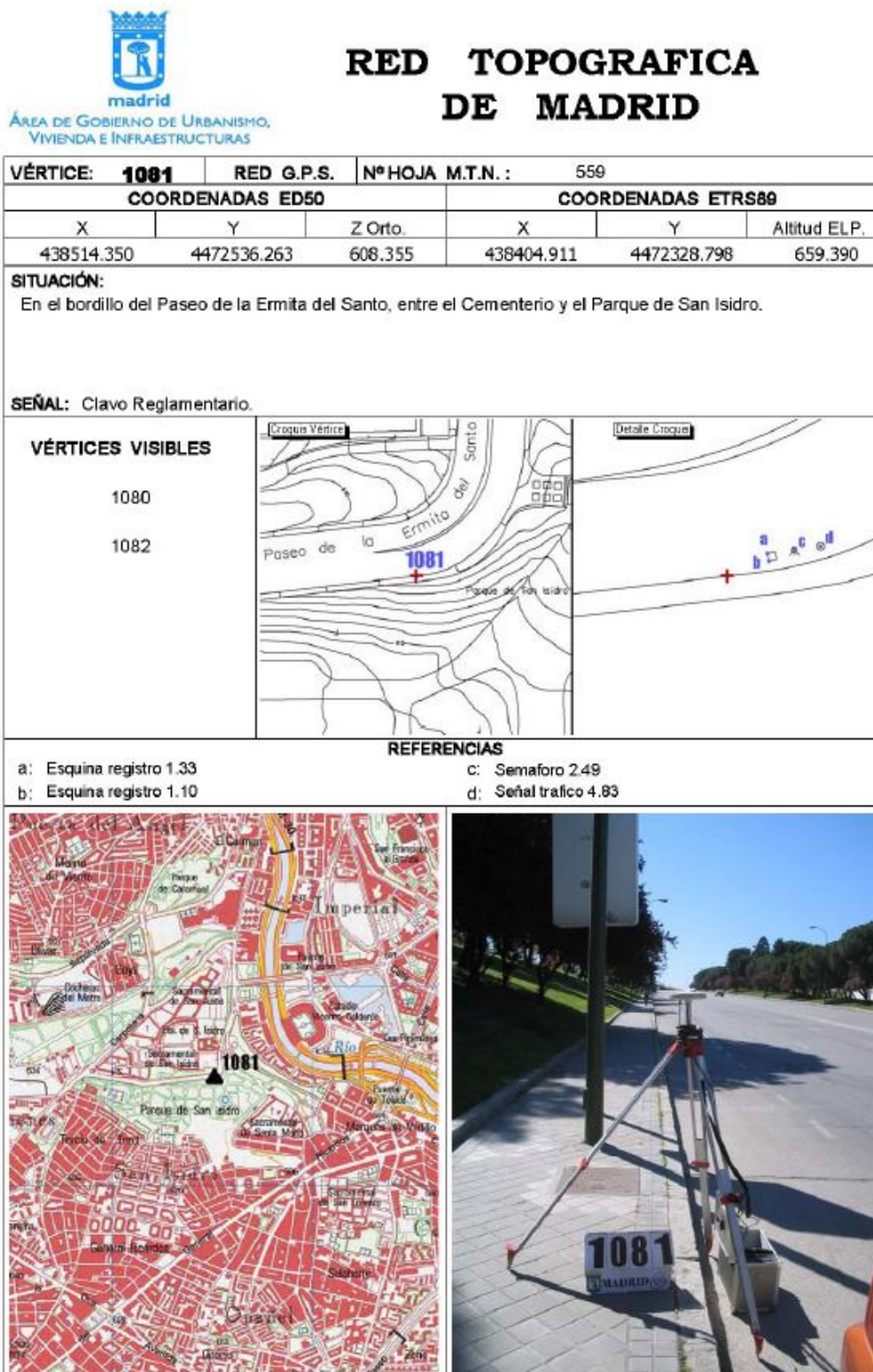
REFERENCIAS

- a: Esquina bordillo 11.45
- b: Esquina jardinera 2.20

- c: Esquina jardinera 2.52
- d: Bordo farola 6.78



Vértice perteneciente a la Red Topográfica de Madrid numero 1081 (1013 en el proyecto)



Vértice perteneciente a la Red Topográfica de Madrid numero 1080 (1022 en el proyecto)



RED TOPOGRAFICA DE MADRID

VÉRTICE: 1080	RED G.P.S.	Nº HOJA M.T.N. :	559		
COORDENADAS ED50			COORDENADAS ETRS89		
X	Y	Z Orto.	X	Y	Altitud ELP.
438552.885	4472657.242	600.280	438443.448	4472449.775	651.314

SITUACIÓN:

Entre las baldosas, en una isleta del cruce del Paseo de la Ermita del Santo con el Paseo Quince de Mayo.

SEÑAL: Clavo Reglamentario.

VÉRTICES VISIBLES

7682

1081



REFERENCIAS

a: Semáforo 6.96

b: Semáforo 7.61

c: Esquina registro 6.35

d: Centro sumidero 2.16



Vértice perteneciente a la Red Topográfica de Madrid numero 7683 (1003 en el proyecto)



RED TOPOGRAFICA DE MADRID

VÉRTICE: 7683		RED G.P.S.	Nº HOJA M.T.N. : 559		
COORDENADAS ED50			COORDENADAS ETRS89		
X	Y	Z Orto.	X	Y	Altitud ELP.
437856.561	4472569.403	621.061	437747.124	4472361.947	672.087

SITUACIÓN:

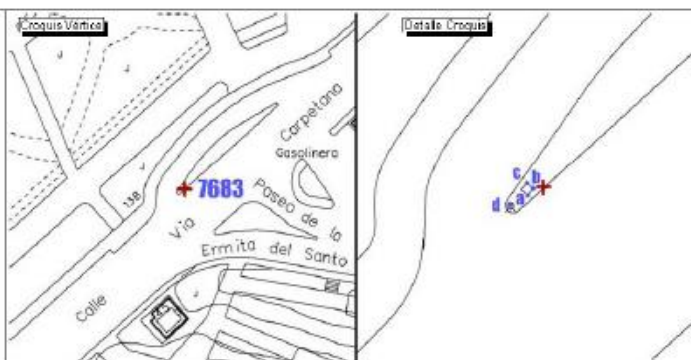
En la isleta de la Vía Carpetana, frente al Paseo de la Ermita del Santo.

SEÑAL: Clavo reglamentario.

VÉRTICES VISIBLES

1802

7684



REFERENCIAS

a: Vértice de registro 1.09

b: Vértice de registro 0.46

c: Vértice de registro 0.84

d: Pie de semáforo 1.36



Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red principal GPS. Número: 1000 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 55.41865''m Norte
Longitud. 3° 43' 47.81601m Oeste
Altura elipsoidal. 679.086m

Cartesianas

X. 4854343.607m
Y. -316464.515m
Z. 4112242.305m

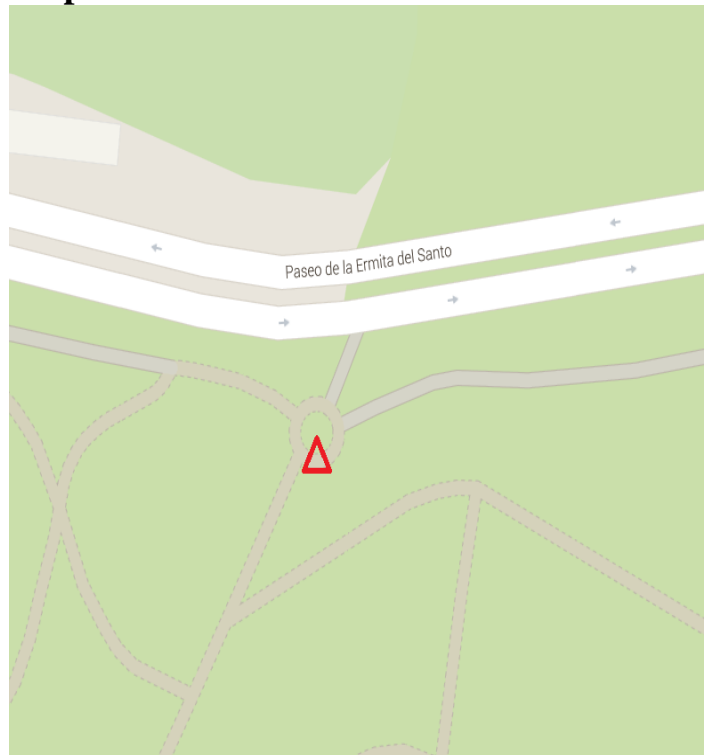
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438055.431m
Norte 4472269.331m
Altitud Ortométrica 627.967m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo perteneciente a la Red Topográfica de Madrid número 201, situado en el bordillo de una pequeña rotonda que se encuentra en el interior del parque en el interior del parque.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: GPS. Leica GRS30 antena bifrecuencia AT-502

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red principal GPS. Número: 1001 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 56.08740''m Norte
Longitud. 3° 43' 48.62199''m Oeste
Altura elipsoidal. 678.713m

Cartesianas

X. 4854328.746m
Y. -316482.495m
Z. 4112257.773m

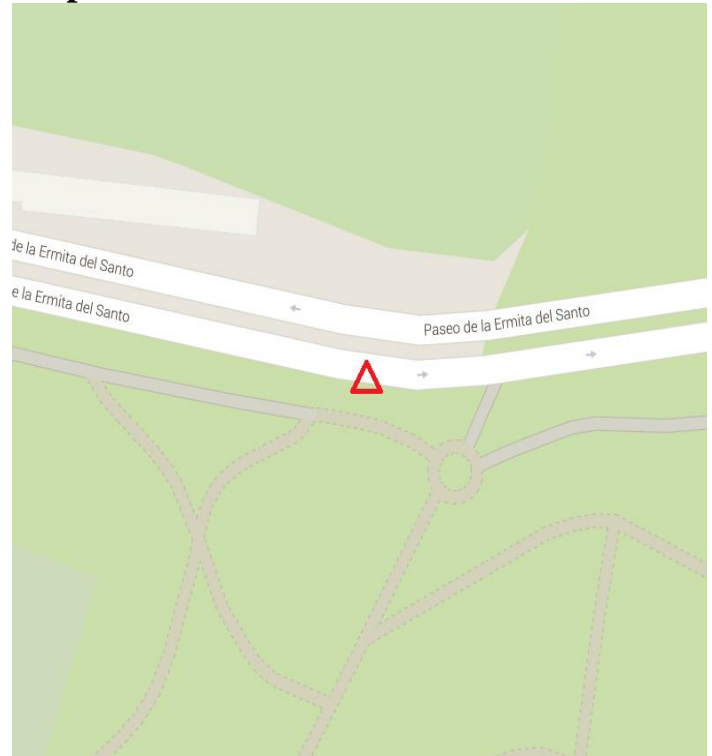
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438036.602m
Norte 4472290.107m
Altitud Ortométrica 627.595m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo perteneciente a la Red topográfica de Madrid número 1082, situado en el bordillo de la acera de la calle Paso Ermita del Santo, justo enfrente de una gasolinera.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: GPS. Leica GRS30 antena bifrecuencia AT-502

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red principal GPS. Número: 1002 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 56,46016''m Norte
Longitud. 3° 43' 54,74038''m Oeste
Altura elipsoidal. 676.356m

Cartesianas

X. 4854310.128m
Y. -316625.886m
Z. 4112265.002 m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 437892.469m
Norte 4472302.793m
Altitud Ortométrica 625.237m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm y 4mm de cabeza. Situado en el interior del parque de San Isidro en el bordillo que delimita la zona de tierra con la hierba, se encuentra enfrente del campo de fútbol San Martín de Porres, a 2m del carril-bici

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: GPS. Leica GRS30 antena bifrecuencia AT-502

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal. Número: 1003. Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 58.34015"m Norte
Longitud. 3° 44' 0.92742"m Oeste
Altura elipsoidal. 672.051m

Cartesianas

X. 4854259.850m
Y. -316768.833m
Z. 4112306.378m

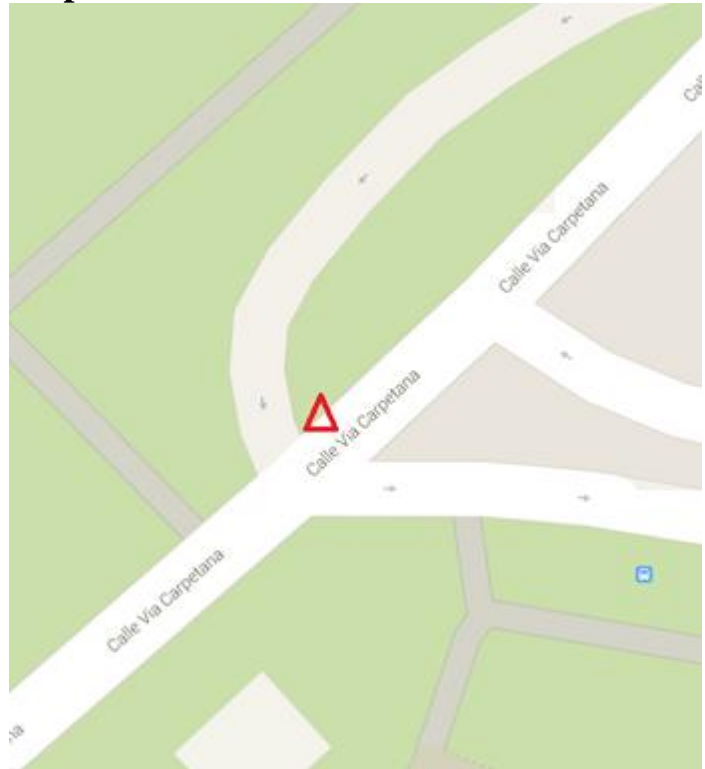
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 437747.105m
Norte 4472361.968m
Altitud Ortométrica 620.933m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo perteneciente a la Red topográfica de Madrid número 7683, situado en el bordillo de una pequeña mediana en la calle Vía Carpetana. La fotografía no es hecha por mí es la que aparece en la reseña de la Red Topográfica de Madrid.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: Estación total Leica 1202.

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red principal GPS. Número: 1004. Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 51.30139"m Norte
Longitud. 3° 43' 51.35563"m Oeste
Altura elipsoidal. 666.269m

Cartesianas

X. 4854410.576m
Y. -316552.439m
Z. 4112137.271m

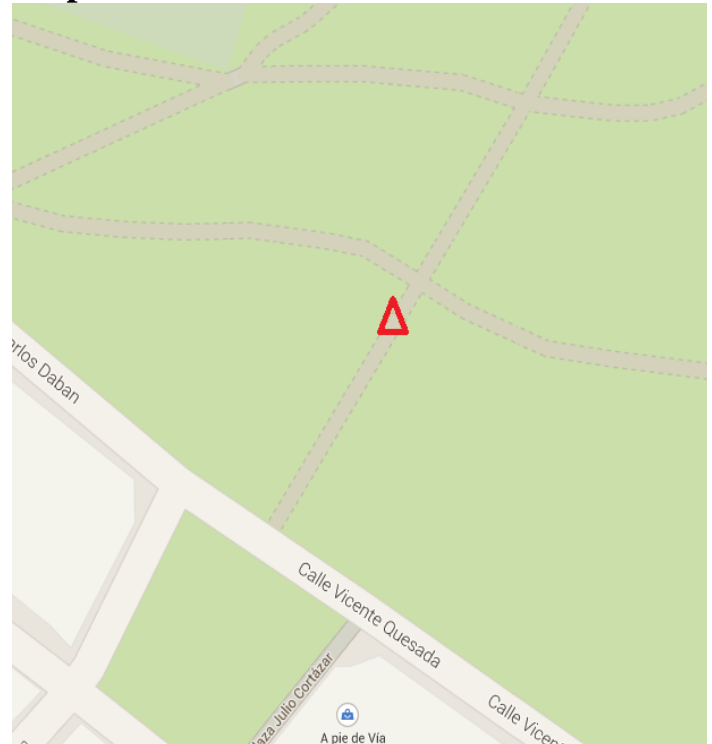
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 437970.942m
Norte 4472143.071m
Altitud Ortométrica 615.149m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm y 4mm de cabeza, situado en el bordillo que separa la zona de tierra de la zona de hierba, justo en la zona baja de las escaleras que dan acceso al interior del parque.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: GPS. Leica GRS30 antena bifrecuencia AT-502

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red principal GPS. Número: 1005. Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 51.43107''m Norte
Longitud. 3° 43' 47.62759''m Oeste
Altura elipsoidal. 662.097m

Cartesianas

X. 4854410.540m
Y. -316464.325m
Z. 4112137.614m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438058.857m
Norte 4472146.344m
Altitud Ortométrica 610.978m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm y 4mm de cabeza situado en el interior del parque de san isidro en un canal de desagüe a unos 30 metros de la charca en una zona que supone una explanada con gran densidad de pinos piñoneros.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: GPS. Leica GRS30 antena bifrecuencia AT-502

Tutor: José Manuel Benito Oterino.

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red principal GPS. Número: 1006. Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 51.04732''m Norte
Longitud. 3° 43' 42.91350''m Oeste
Altura elipsoidal. 661.588m

Cartesianas

X. 4854425.040m
Y. -316353.853m
Z. 4112128.268m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438169.886m
Norte 4472133.595m
Altitud Ortométrica 610.469m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm y 4mm de cabeza. Situado en el parque en el bordillo de la acera en el puente que cruza la charca.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: GPS. Leica GRS30 antena bifrecuencia AT-502.

Tutor: José Manuel Benito Oterino.

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal. Número: 1007. Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 53.97730''m Norte
Longitud. 3° 43' 40.67587''m Oeste
Altura elipsoidal. 671.008m

Cartesianas

X. 4854377.177m
Y. -316297.848m
Z. 4112203.207m

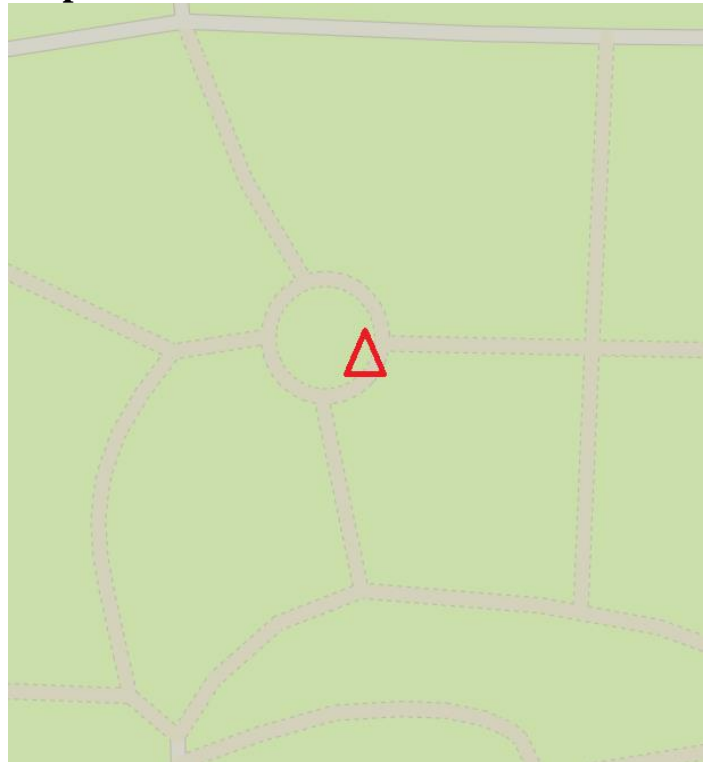
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438223.378m
Norte 4472223.501m
Altitud Ortométrica 619.890m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm y 4mm de cabeza. Situado en el interior del parque en un bordillo que separa el camino de la tierra, se encuentra a unos 20 metros de la fuente pequeña que hay en el parque. En la foto aparece un GPS en vez de la estación puesto que este vértice fue medido primero con GPS y se debió eliminar del cálculo al realizar la red por lo que se remidió posteriormente mediante una poligonal.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: Estación total. Leica 1202+.

Tutor: José Manuel Benito Oterino.

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red principal GPS. Número: 1008 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 49.25687''m Norte
Longitud. 3° 43' 45.13074m Oeste
Altura elipsoidal. 666.492m

Cartesianas

X. 4854461.085m
Y. -316408.607m
Z. 4112089.383m

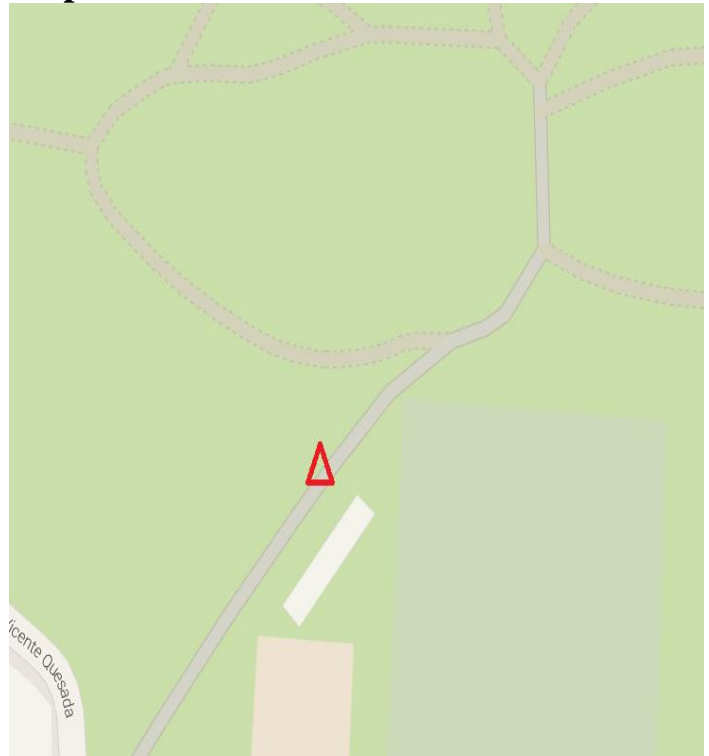
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438117.163m
Norte 4472078.821m
Altitud Ortométrica 615.373m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3 cm y 4mm de cabeza. Situado en uno de los accesos al parque en el bordillo de la acera enfrente de los vestuarios del campo de fútbol.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: GPS. Leica GRS30 antena bifrecuencia AT-502

Tutor: José Manuel Benito Oterino.

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red principal GPS. Número: 1009 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 50.07739"m Norte
Longitud. 3° 43' 39.05250"m Oeste
Altura elipsoidal. 664.249m

Cartesianas

X. 4854452.333m
Y. -316264.377m
Z. 4112107.206m

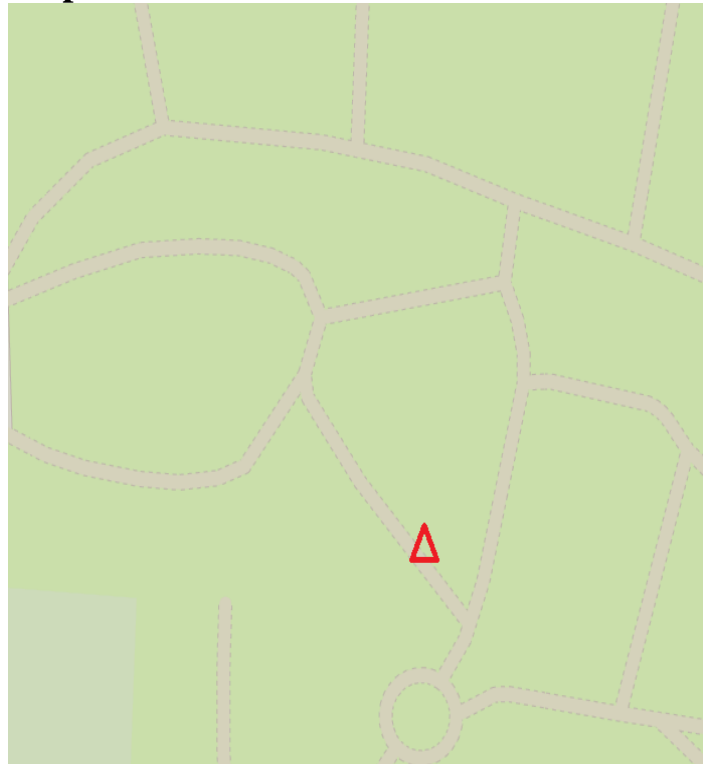
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438260.656m
Norte 4472102.939m
Altitud Ortométrica 613.130m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm y 4mm de cabeza. Situado en el bordillo que separa la tierra de la hierba en una bajada que une la zona de la explanada y la charca.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: GPS. Leica GRS30 antena bifrecuencia AT-502

Tutor: José Manuel Benito Oterino.

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal. Número: 1010 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. $40^{\circ} 23' 52.20085''$ m Norte
Longitud. $3^{\circ} 43' 37.72847''$ m Oeste
Altura elipsoidal. 668.506m

Cartesianas

X. 4854415.235 m
Y. -316230.667 m
Z. 4112159.852 m

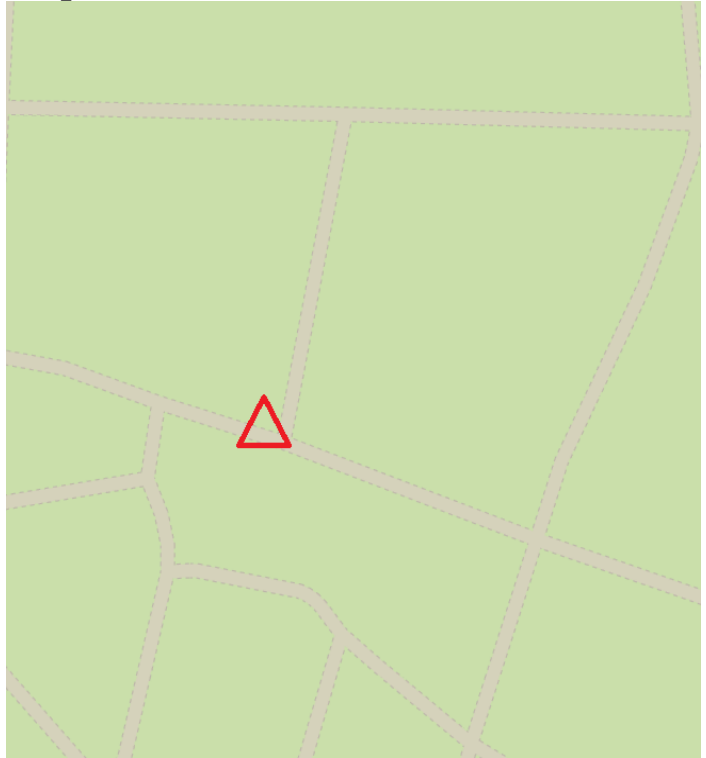
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438292.406 m
Norte 4472168.155 m
Altitud Ortométrica 617.388 m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en el interior del parque en el bordillo que separa la tierra del camino. Se encuentra a unos 20 metros de la charca. En la foto aparece un GPS en vez de la estación puesto que este vértice fue medido primero con GPS y se debió eliminar del cálculo al realizar la red por lo que se remidió posteriormente mediante una poligonal.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: Estación total. Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino.

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal. Número: 1011 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 53.94258''m Norte
Longitud. 3° 43' 35.88675''m Oeste
Altura elipsoidal. 669.712m

Cartesianas

X. 4854384.227 m
Y. -316185.119 m
Z. 4112201.551 m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438336.263 m
Norte 4472221.501 m
Altitud Ortométrica 618.593 m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en el interior del parque en el bordillo que separa la tierra del camino. Se encuentra a 10 metros de una zona deportiva. En la foto aparece un GPS en vez de la estación puesto que este vértice fue medido primero con GPS y se debió eliminar del cálculo al realizar la red por lo que se remidió posteriormente mediante una poligonal.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: Estación total Leica 1202

Tutor: José Manuel Benito Oterino.

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red principal GPS. Número: 1012 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 54.02106''m Norte
Longitud. 3° 43' 29.56308''m Oeste
Altura elipsoidal. 666.960 m

Cartesianas

X. 4854390.261 m
Y. -316036.055 m
Z. 4112201.612 m

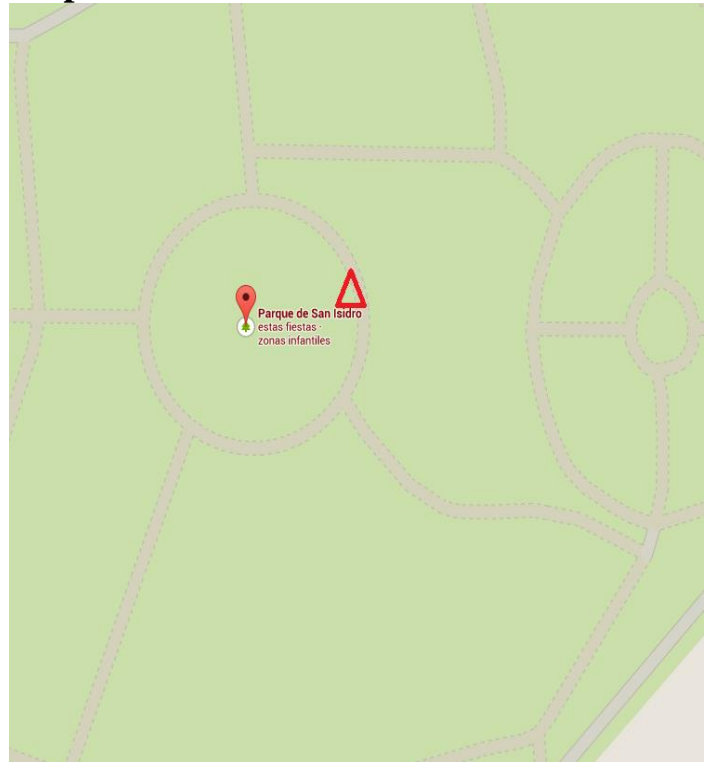
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438485.351 m
Norte 4472222.698 m
Altitud Ortométrica 615.843 m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en el interior del parque en el bordillo que separa la tierra del camino. Se encuentra en la zona de la fuente grande

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: GPS. Leica GRS30 antena bifrecuencia AT-502

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red principal GPS. Número: 1013 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 56.97049''m Norte
Longitud. 3° 43' 31.26575''m Oeste
Altura elipsoidal. 679.086m

Cartesianas

X. 4854326.500 m
Y. -316072.145 m
Z. 4112268.933 m

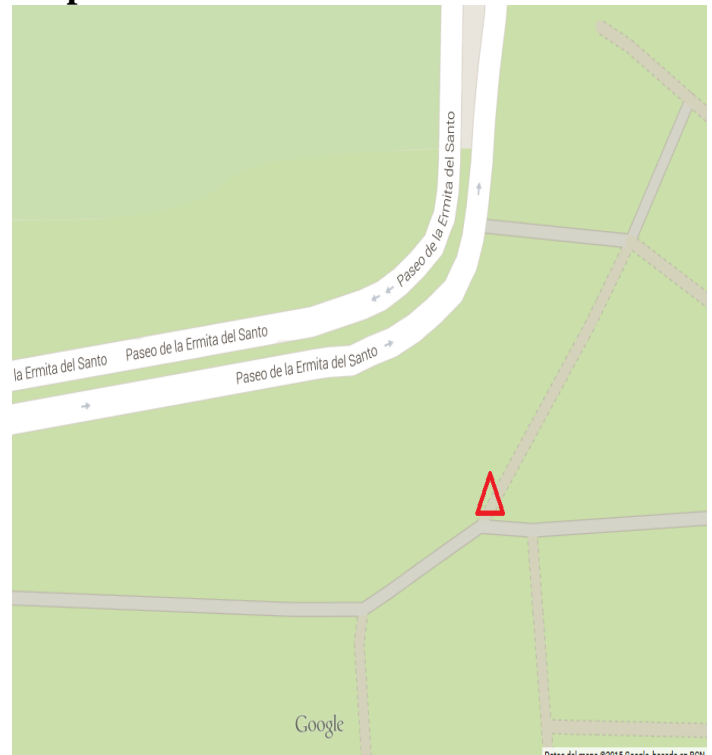
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438445.960 m
Norte 4472313.967 m
Altitud Ortométrica 612.805m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en el interior del parque en el bordillo que separa la tierra de la hierba en la cuesta que une la explanada donde está la estatua de dedicada a Goya y el carril-bici

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: GPS. Leica GRS30 antena bifrecuencia AT-502

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red principal GPS. Número: 1014 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 56.31385''m Norte
Longitud. 3° 43' 37.80064m Oeste
Altura elipsoidal. 670.577m

Cartesianas

X. 4854334.642m
Y. -316227.123m
Z. 4112257.820m

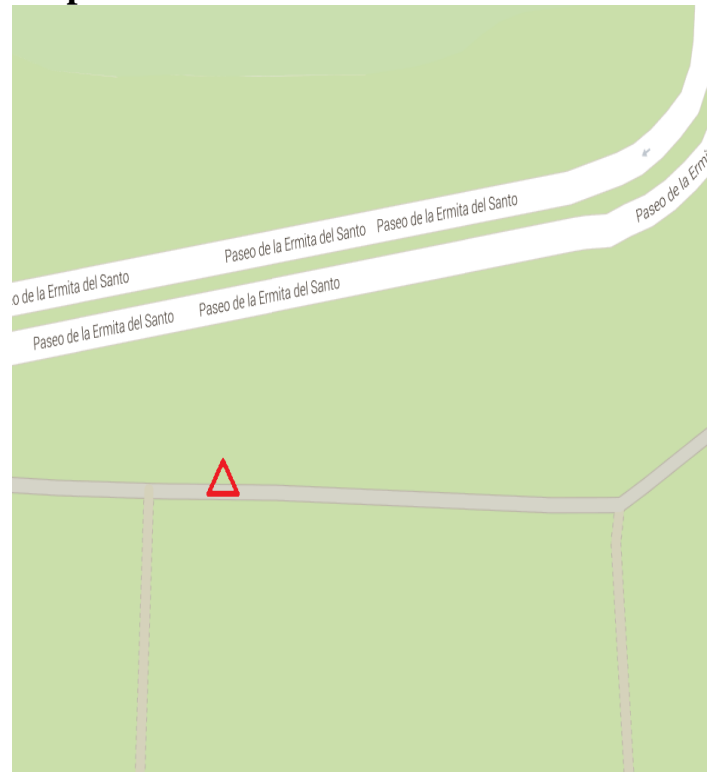
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438291.748m
Norte 4472294.986m
Altitud Ortométrica 619.459m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, se encuentra en el interior del parque en una viga de madera situada en el campo del juego popular Chito.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: GPS. Leica GRS30 antena bifrecuencia AT-502

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red principal GPS. Número: 1015 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 57.44169"m Norte
Longitud. 3° 43' 33.01273"m Oeste
Altura elipsoidal. 659.387m

Cartesianas

X. 4854310.976m
Y. -316112.423m
Z. 4112277.063m

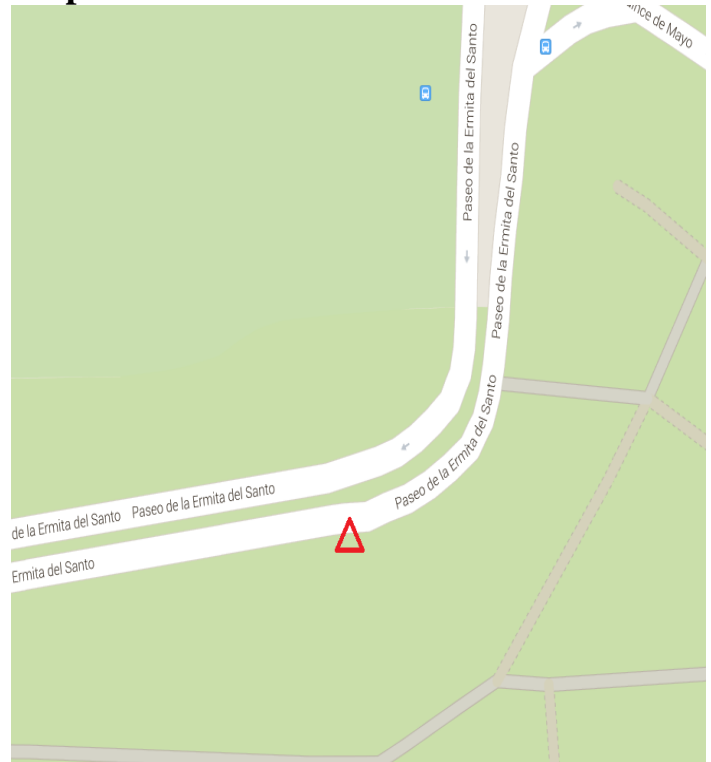
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438404.898m
Norte 4472328.834m
Altitud Ortométrica 608.269m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo perteneciente a la Red topográfica de Madrid número 1081, situado en el bordillo de la acera de la calle Ermita del Santo.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: GPS. Leica GRS30 antena bifrecuencia AT-502

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red principal GPS. Número: 1017 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 58.91981"m Norte
Longitud. 3° 43' 28.09664m Oeste
Altura elipsoidal. 654.020m

Cartesianas

X. 4854284.940m
Y. -315994.540m
Z. 4112308.309m

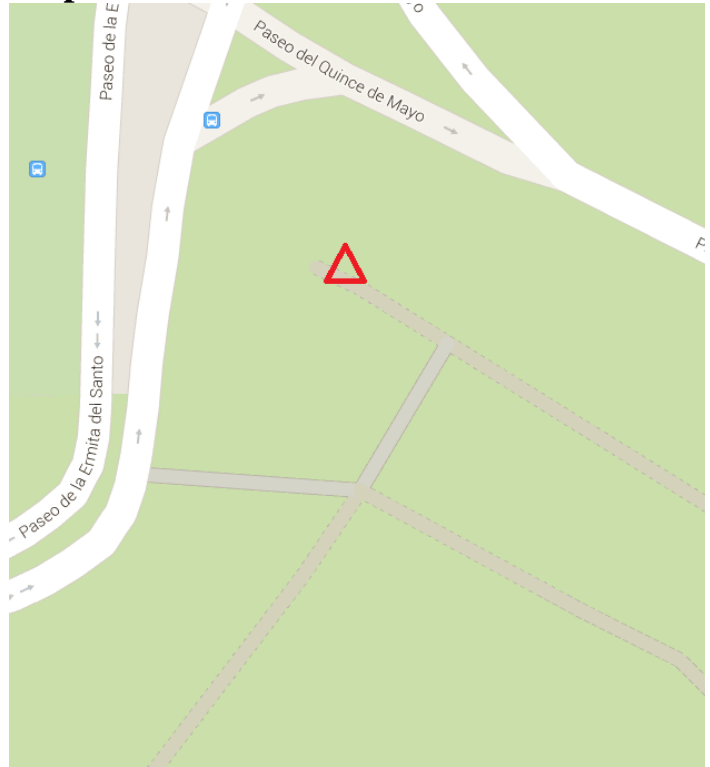
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438521.157m
Norte 4472373.458m
Altitud Ortométrica 602.903m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en el parque de san isidro en la cuesta que une el tanatorio con una de las entradas al parque, se encuentra en el bordillo que separa el camino de la tierra.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: GPS. Leica GRS30 antena bifrecuencia AT-502

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red principal GPS. Número: 1018 Fecha: Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 58.58301"m Norte
Longitud. 3° 43' 22.39952"m Oeste
Altura elipsoidal. 644.883m

Cartesianas

X. 4854293.442m
Y. -315860.448m
Z. 4112294.475m

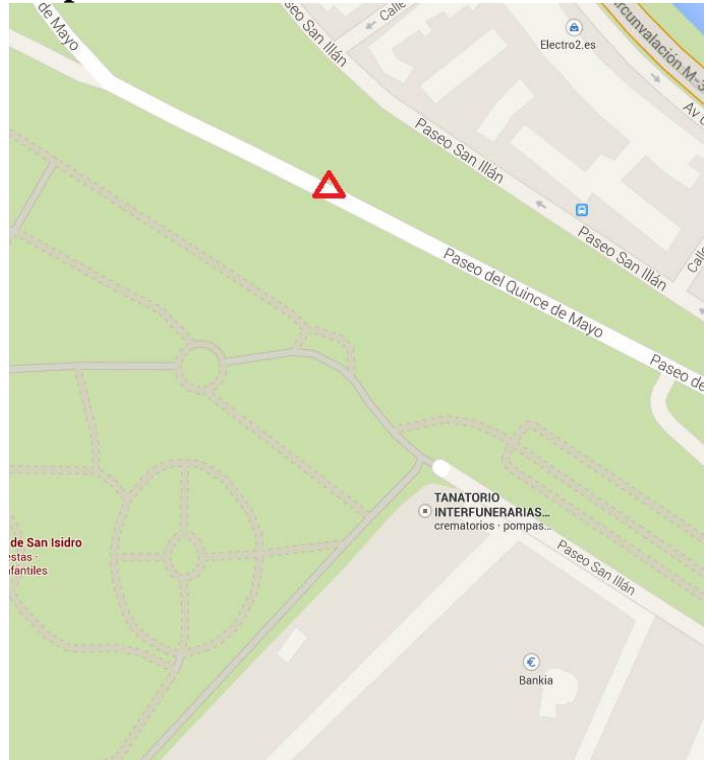
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438655.367m
Norte 4472361.974m
Altitud Ortométrica 593.766m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en la calle 15 de Mayo en el bordillo que separa el carril-bici de la acera.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: GPS. Leica GRS30 antena bifrecuencia AT-502

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red principal GPS. Número: 1019 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 54.20152''m Norte
Longitud. 3° 43' 15.24305''m Oeste
Altura elipsoidal. 649.154m

Cartesianas

X. 4854395.059m
Y. -315697.922m
Z. 4112194.311m

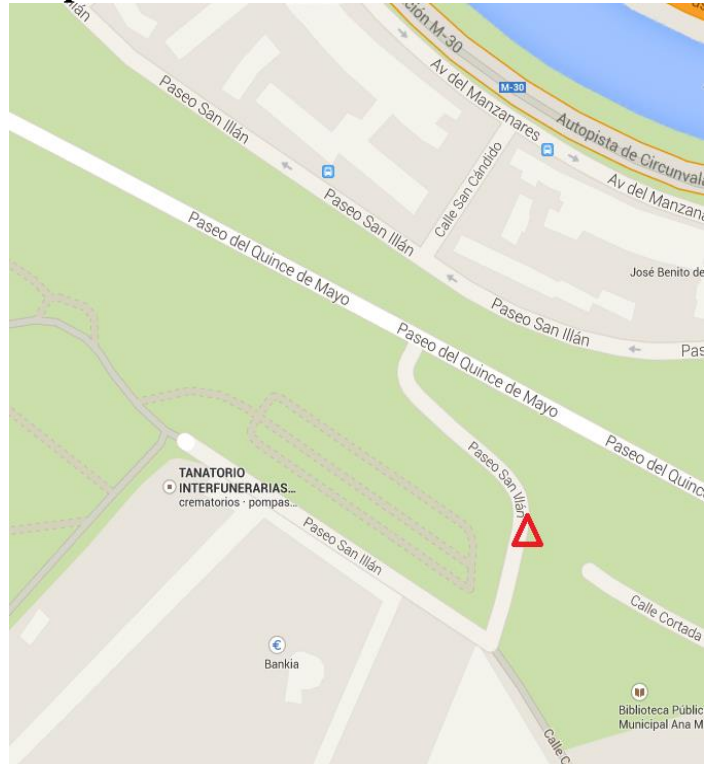
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438822.962m
Norte 4472225.501m
Altitud Ortométrica 598.038m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en el bordillo de la acera de la carretera de pavés que une el Paseo 15 de Mayo con el tanatorio.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: GPS. Leica GRS30 antena bifrecuencia AT-502

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red principal GPS. Número: 1020 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 57.18035''m Norte
Longitud. 3° 43' 25.91963m Oeste
Altura elipsoidal. 658.512m

Cartesianas

X. 4854326.393m
Y. -315945.787m
Z. 4112270.356m

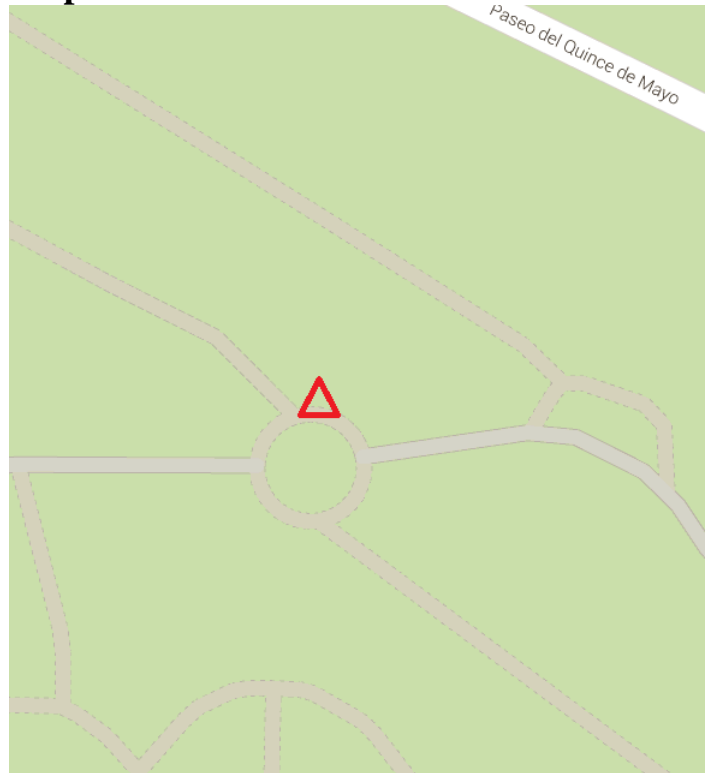
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438572.035m
Norte 4472319.405m
Altitud Ortométrica 607.395m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, se encuentra en el parque de San Isidro. En un bordillo que delimita la tierra con el camino, situado en la rotonda que está enfrente del tanatorio.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: GPS. Leica GRS30 antena bifrecuencia AT-502

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red principal GPS. Número: 1021 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 57.54486''m Norte
Longitud. 3° 43' 19.42369''m Oeste
Altura elipsoidal. 642.885m

Cartesianas

X. 4854317.193m
Y. -315791.663m
Z. 4112268.792m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438725.254m
Norte 4472329.391m
Altitud Ortométrica 591.768m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo perteneciente a la Red topográfica de Madrid abandonado del cual no se tienen las coordenadas, situado en la acera de la calle 15 de Mayo.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: GPS. Leica GRS30 antena bifrecuencia AT-502

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red principal GPS. Número: 1022 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 24' 1.37399"m Norte
Longitud. 3° 43' 31.41991"m Oeste
Altura elipsoidal. 651.282m

Cartesianas

X. 4854228.805m
Y. -316069.427m
Z. 4112364.189m

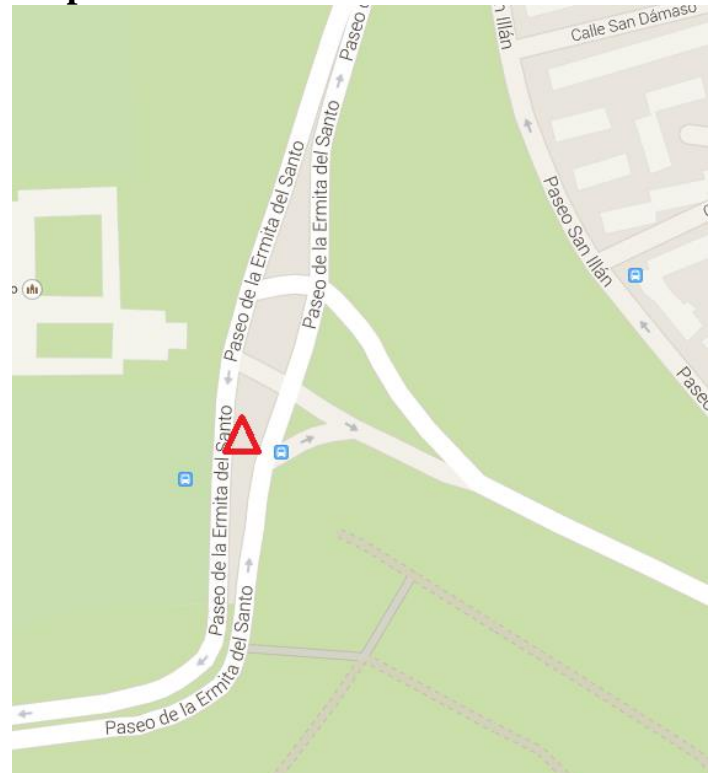
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438443.440m
Norte 4472449.771m
Altitud Ortométrica 600.165m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo perteneciente a la Red topográfica de Madrid número 1082, situado en la acera de la mediana de la calle Paseo Ermita del Santo, está justo enfrente de la iglesia que da nombre a la calle.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: GPS. GRS30 antena bifrecuencia AT-502

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria poligonal. Número: 1024. Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 57.09723''m Norte

Longitud. 3° 43' 58.07973m Oeste

Altura elipsoidal. 679.086m

Cartesianas

X. 4854290.664m

Y. -316703.540m

Z. 4112278.581m

Proyectadas UTM Huso 30

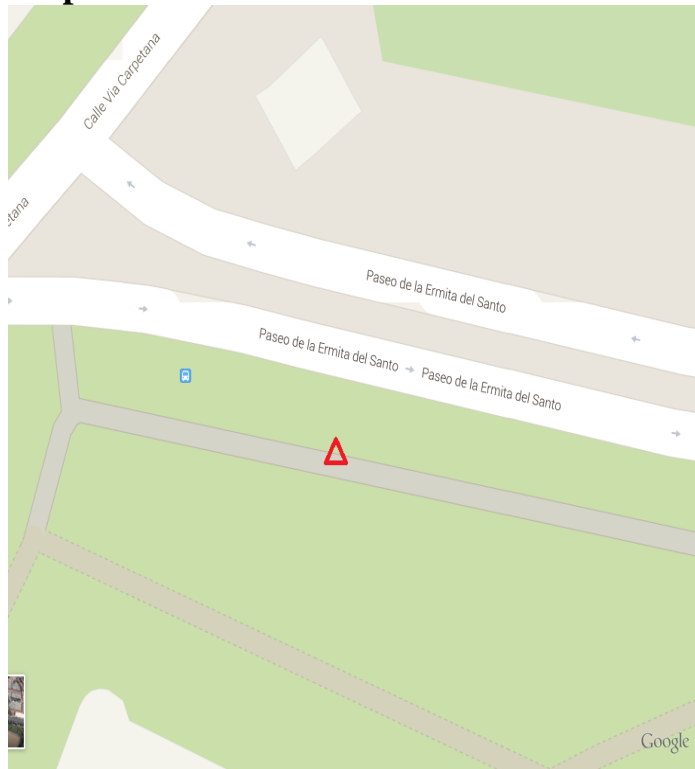
Este. 437813.914m

Norte 4472323.088m

Altitud Ortométrica 623.097m

Fotografía.

Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en el bordillo que separa la hierba del carril-bici. No se dispone de foto.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: Estación total. Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria poligonal. Número: 1025. Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 56.66786''m Norte
Longitud. 3° 44' 0.43735m Oeste
Altura elipsoidal. 671.024m

Cartesianas

X. 4854293.185m
Y. -316759.425m
Z. 4112266.426m

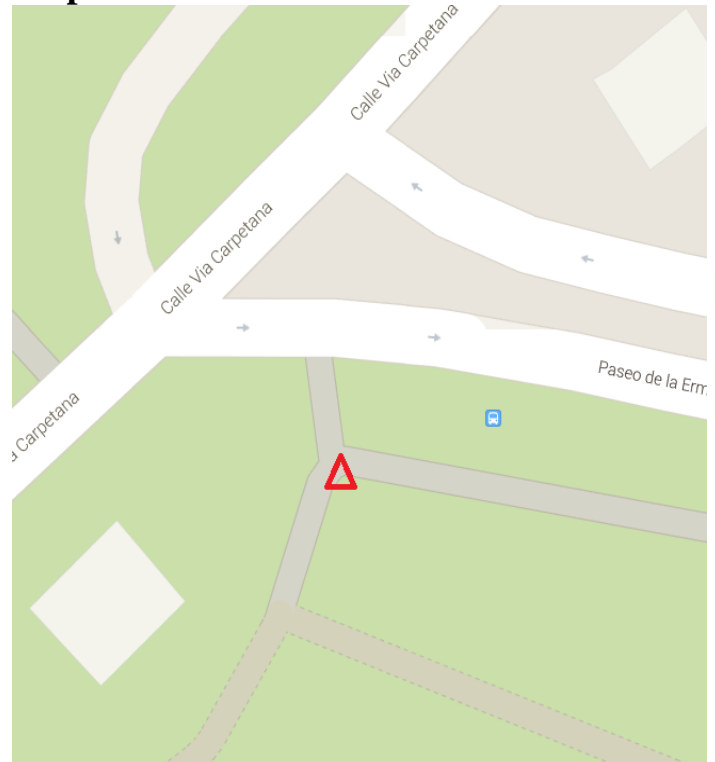
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 437758.229m
Norte 4472310.310m
Altitud Ortométrica 619.906m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en el bordillo que separa la hierba de la tierra. A 0.5m del miro de la fundación benéfica San Martín de Porres.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: Estación total. Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal. Número: 1026 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 57.19351''m Norte

Longitud. 3° 44' 1.17570m Oeste

Altura elipsoidal. 671.473m

Cartesianas

X. 4854281.905m

Y. -316776.140m

Z. 4112279.066m

Proyectadas UTM Huso 30

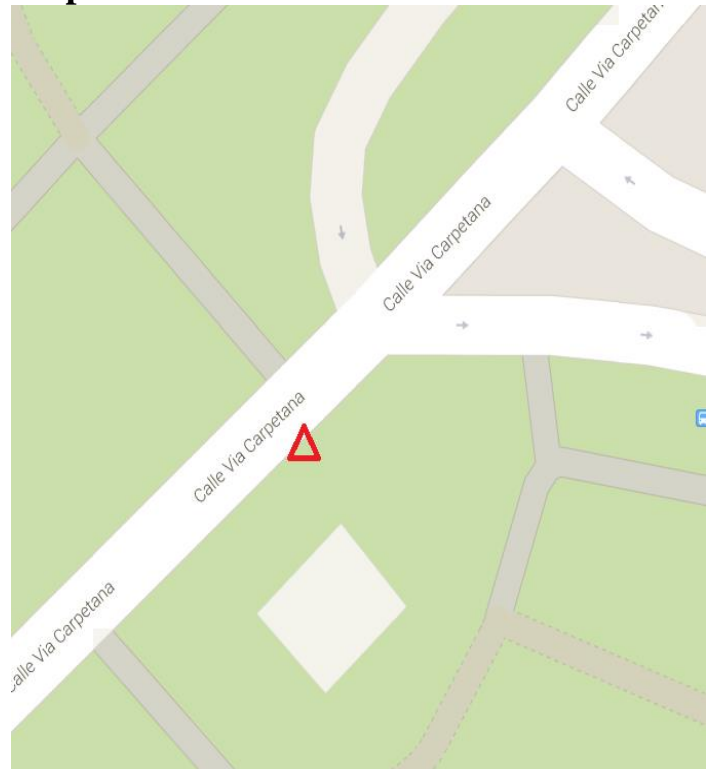
Este. 437740.959m

Norte 4472326.662m

Altitud Ortométrica 620.355m

Fotografía.

Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en el bordillo que separa la hierba de la acera de la calle Vía Carpetana, Justo al lado a un edificio que parece una torre eléctrica abandonada. No se dispone de fotografía.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: Estación total. Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal. Numero: 1027 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 55.77704''m Norte
Longitud. 3° 44' 2.53256''m Oeste
Altura elipsoidal. 679.086m

Cartesianas

X. 4854307.146m
Y. -316809.856m
Z. 4112244.992m

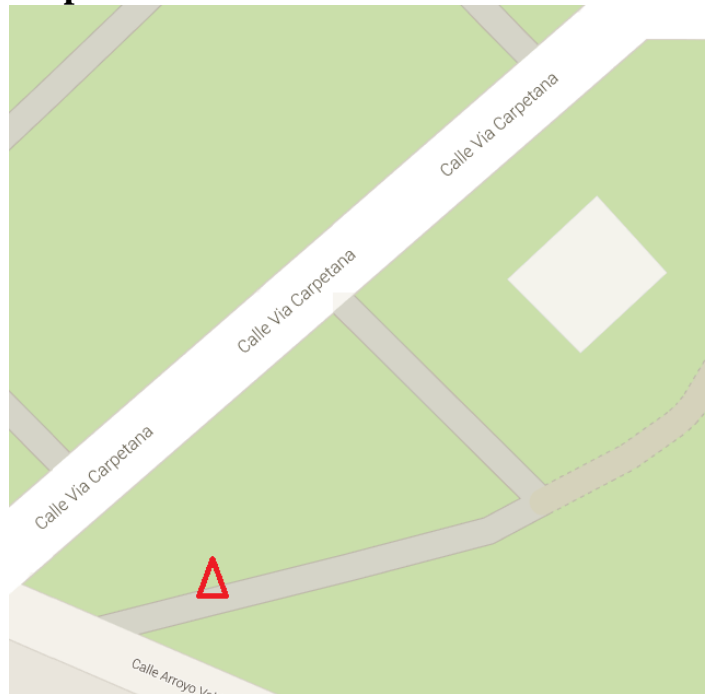
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 437708.611m
Norte 4472283.253m
Altitud Ortométrica 619.125m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en el bordillo que separa la hierba de la tierra, situado en frente de la entrada a la fundación benéfica San Martín de Porres

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: Estación total. Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal. Número: 1028 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 53.94464''m Norte
Longitud. 3° 43' 58.32253''m Oeste
Altura elipsoidal. 666.660m

Cartesianas

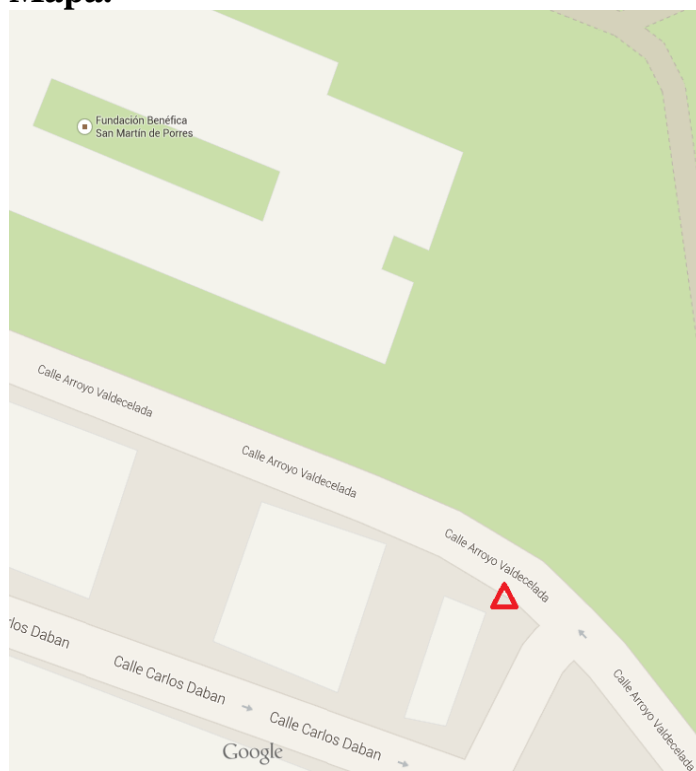
X. 4854347.446m
Y -316712.983m
Z. 4112199.622m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 437807.385m
Norte 4472225.931m
Altitud Ortométrica 615.542m

Fotografía.

Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en la acera de la calle Arroyo Valdecelada. Junto a una señal de tráfico. No se dispone de fotografía.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: Estación total. Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal. Número: 1029 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 53.82699"m Norte
Longitud. 3° 43' 56.48086m Oeste
Altura elipsoidal. 669.100m

Cartesianas

X. 4854354.475m
Y. -316669.914m
Z. 4112198.440m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 437850.769m
Norte 4472221.944m
Altitud Ortométrica 617.982m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en el bordillo que separa la hierba del camino de tierra en la cuesta abajo que une un acceso al parque con el campo de fútbol San Martín de Porres

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: Estación total. Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal Número: 1030 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 51.98485''m Norte
Longitud. 3° 43' 53.17532m Oeste
Altura elipsoidal. 667.136m

Cartesianas

X. 4854394.807m
Y. -316594.419m
Z. 4112153.889m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 437928.220m
Norte 4472164.499m
Altitud Ortométrica 616.017m

Fotografía.

Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en el interior del parque en un canal de desagüe que está enfrente de un parque infantil. No se dispone de fotografía.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: Estación total Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino.

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Inversa. Número: 1031 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 49.74530''m Norte
Longitud. 3° 43' 48.82757m Oeste
Altura elipsoidal. 668.097m

Cartesianas

X. 4854446.889m
Y. -316495.056m
Z. 4112101.898m

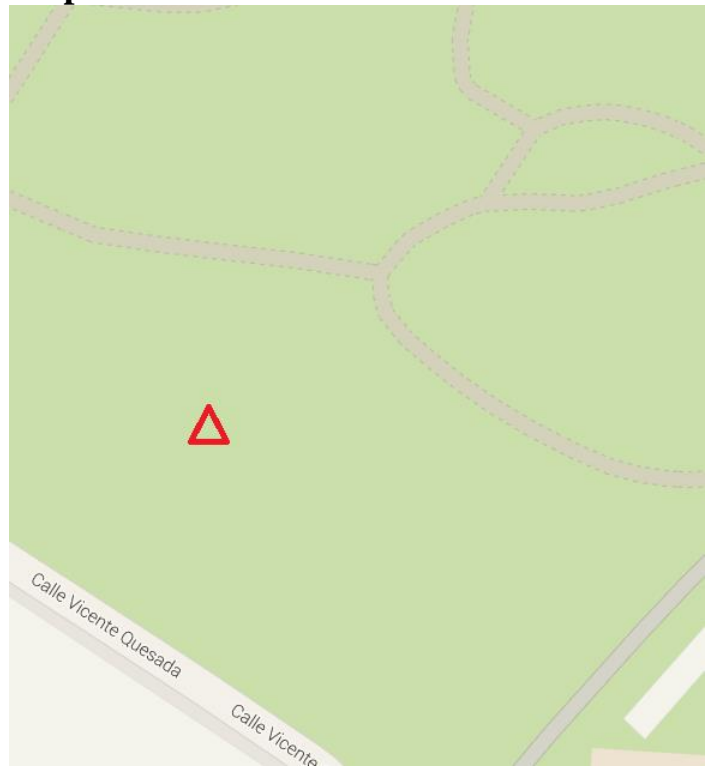
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438030.140m
Norte 4472094.600m
Altitud Ortométrica 616.978m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en el interior del parque en una explanada de hormigón justo a una cancha de baloncesto.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: estación total. Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria inversa Número: 1032 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 54.26784''m Norte

Longitud. 3° 43' 50.32355m Oeste

Altura elipsoidal. 674.483m

Cartesianas

X. 4854359.222m

Y. -316524.697m

Z. 4112212.285m

Proyectadas UTM Huso 30

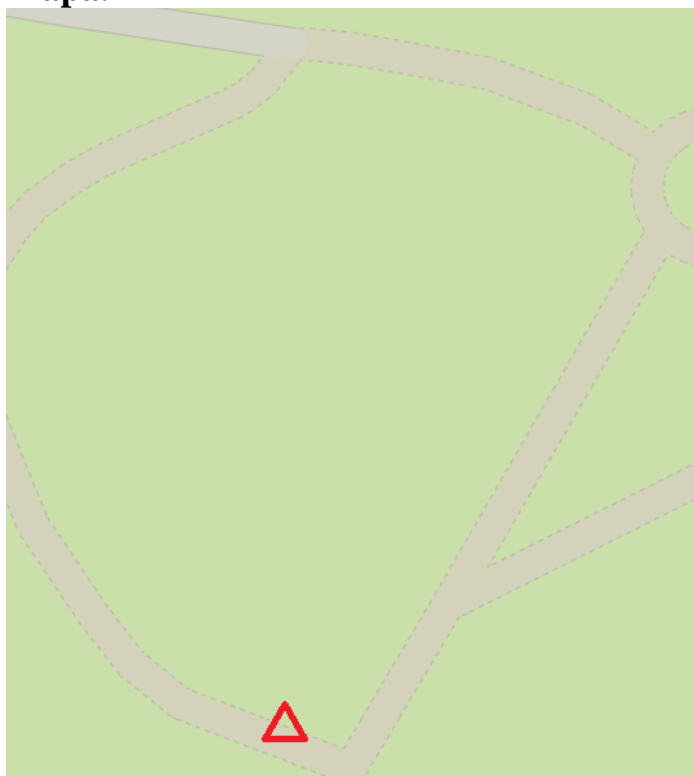
Este. 437996.027m

Norte 4472234.335m

Altitud Ortométrica 623.365m

Fotografía.

Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado bordillo que separa el camino de tierra de la hierba, a 50m de la portería del situada más al este del campo de futbol San Martín de Porres. No se dispone de fotografía.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: Estación total. Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal Número: 1033 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 56.1280''m Norte
Longitud. 3° 43' 42.63653''m Oeste
Altura elipsoidal. 672.811m

Cartesianas

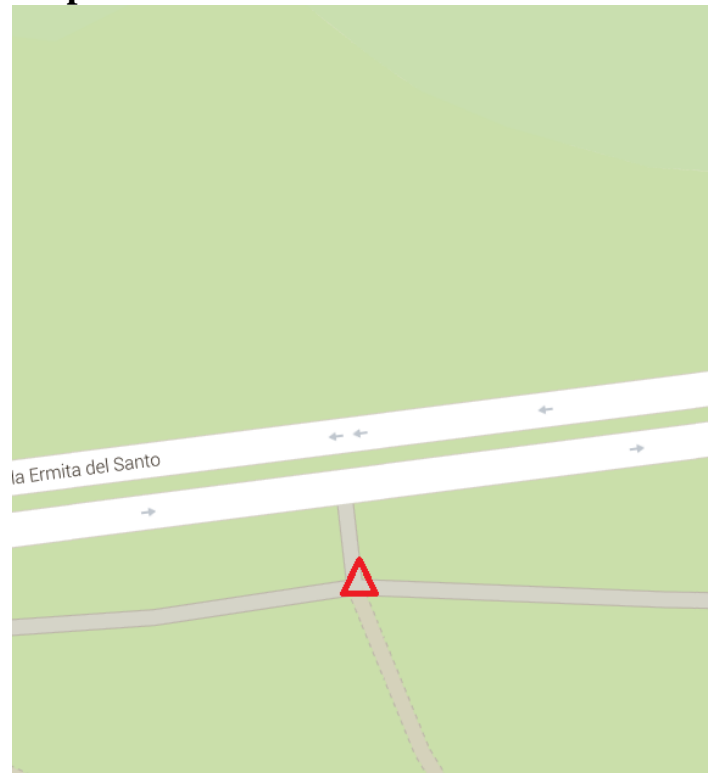
X. 4854332.631m
Y. -316341.285m
Z. 4112254.901m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438177.706m
Norte 4472290.195m
Altitud Ortométrica 621.692m

Fotografía.

Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado bordillo donde se unen el carril-bici y el camino de tierra, a 15 metros de una entrada de acceso al parque y a 20 metros de una zona deportiva.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: Estación total. Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Inversa. Número: 1034 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 55.01194''m Norte
Longitud. 3° 43' 46.38937''m Oeste
Altura elipsoidal. 672.415m

Cartesianas

X. 4854348.841m
Y. -316431.038m
Z. 4112228.425m

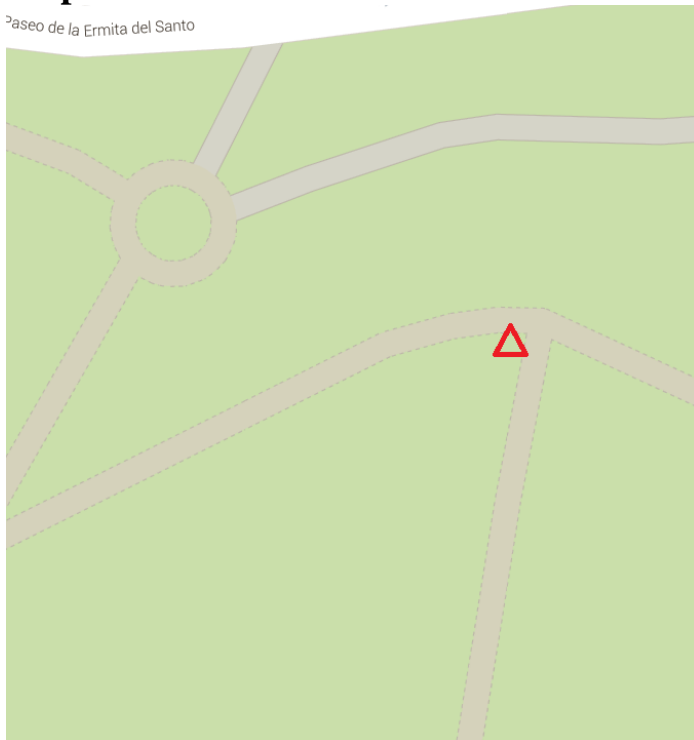
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438088.957m
Norte 4472256.512m
Altitud Ortométrica 621.296m

Fotografía.

Mapa.

Paseo de la Ermita del Santo



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado bordillo que separa la tierra de la hierba, pegado a una farola. No se dispone de Fotografía

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid.

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: estación Total Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal. Número: 1035 Fecha. Febrero



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 46.57856''m Norte
Longitud. 3° 43' 42.41465''m Oeste
Altura elipsoidal. 665.741m

Cartesianas

X. 4854518.112m
Y. -316348.128m
Z. 4112025.974m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438180.510m
Norte 4471995.712m
Altitud Ortométrica 614.623m

Fotografía.

Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en un desagüe, detrás de la línea de fondo del campo de futbol abandonado. No se dispone de fotografía.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: Estación total. Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal Número: 1036 Fecha: Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 48.76665''m Norte
Longitud. 3° 43' 36.47043m Oeste
Altura elipsoidal. 665.196m

Cartesianas

X. 4854483.161m
Y -316205.358m
Z. 4112077.027m

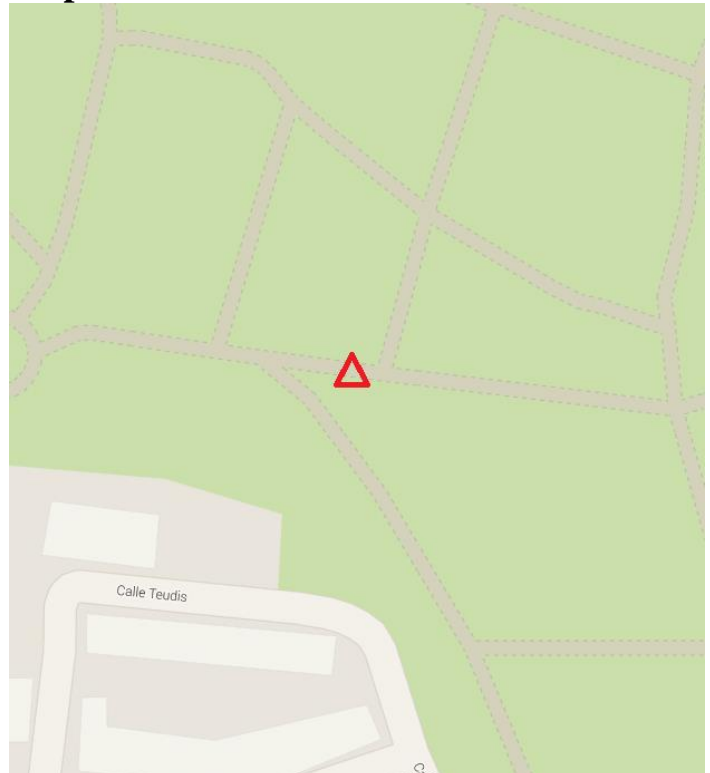
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438321.192m
Norte 4472062.025m
Altitud Ortométrica 614.078m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en una grieta de la explanada de asfalto que hay dentro del parque.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: Estación Total. Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal Número: 1037 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 52.38381''m Norte
Longitud. 3° 43' 39.10461''m Oeste
Altura elipsoidal. 668.666m

Cartesianas

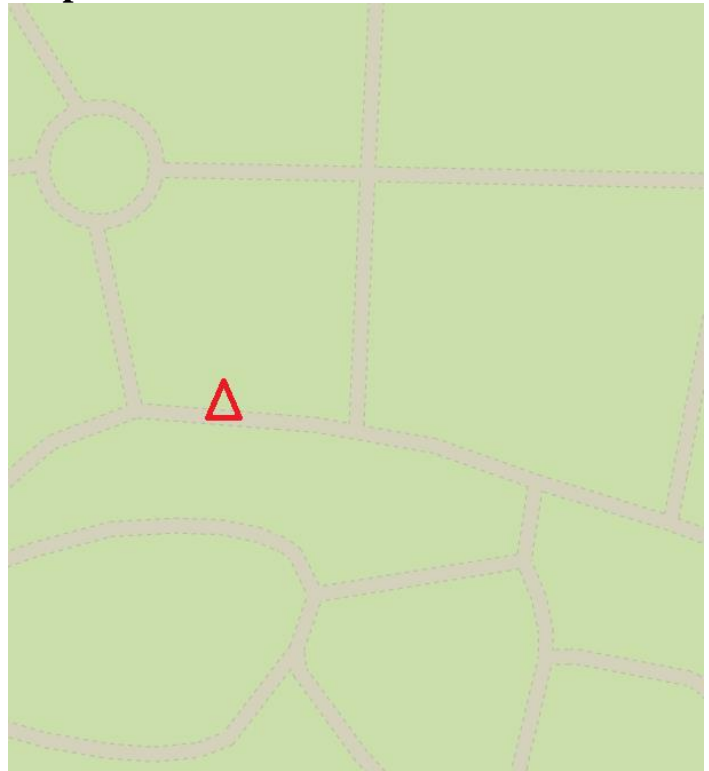
X. 4854409.596m
Y. -316262.825m
Z. 4112164.253m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438260.013m
Norte 4472174.064m
Altitud Ortométrica 617.547m

Fotografía.

Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado el bordillo que separa el camino de la tierra, se encuentra dentro del parque en el camino que está por encima de la charca. No se dispone de foto.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: estación total Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal Número: 1038 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 46.9677"m Norte
Longitud. 3° 43' 40.91258"m Oeste
Altura elipsoidal. 666.988m

Cartesianas

X. 4854513.600m
Y. -316312.332m
Z. 4112035.925m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438216.018m
Norte 4472007.419m
Altitud Ortométrica 615.870m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado el bordillo que separa el camino de la hierba, se encuentra dentro del parque en el camino que une uno de los accesos al parque con el campo de fútbol abandonado.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: Estación total. Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal Número: 1039 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 24' 0.48931"m Norte
Longitud. 3° 43' 30.41038m Oeste
Altura elipsoidal. 653.470m

Cartesianas

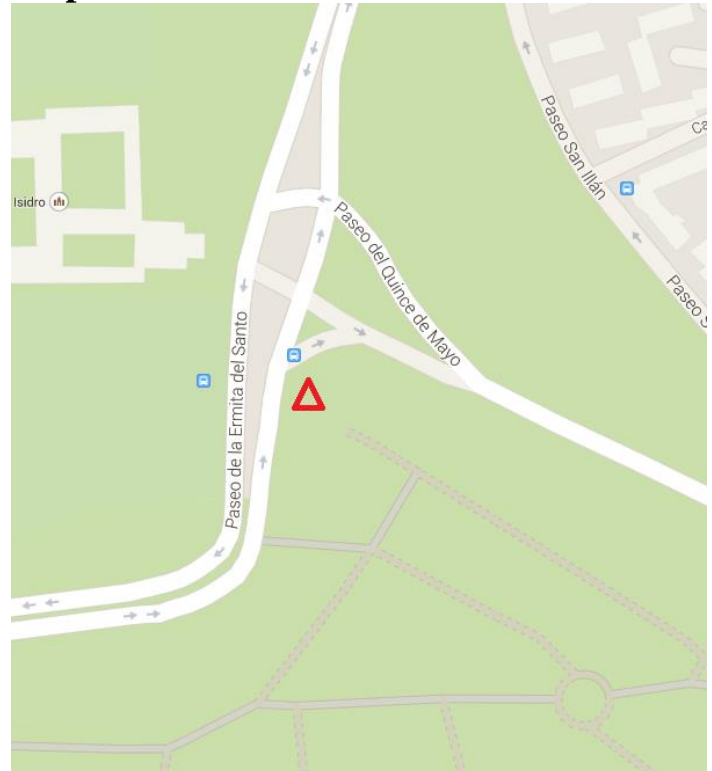
X. 4854249.664m
Y. -316046.926m
Z. 4112344.823m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438467.013m
Norte 4472422.298m
Altitud Ortométrica 602.351m

Fotografía.

Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado el bordillo que delimita el parque infantil. No se dispone de fotografía.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: estación total. Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal Número: 1040 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 54.43195''m Norte
Longitud. 3° 43' 16.94220''m Oeste
Altura elipsoidal. 655.561m

Cartesianas

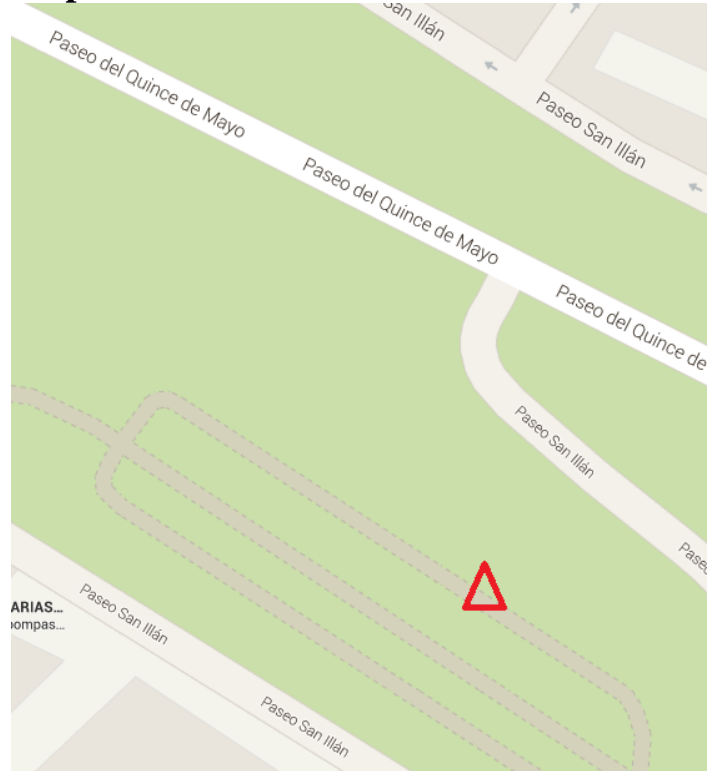
X. 4854392.729m
Y. -315737.928m
Z. 4112203.877m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438782.966m
Norte 4472269.331m
Altitud Ortométrica 604.443m

Fotografía.

Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado el bordillo que separa el camino de la hierba, que se encuentra en el lateral del tanatorio. No se dispone de fotografía

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: estación total. Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal Número: 1041 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 56.96532''m Norte
Longitud. 3° 43' 23.09961m Oeste
Altura elipsoidal. 656.997m

Cartesianas

X. 4854333.835m
Y. -315879.623m
Z. 4112264.310m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438638.456m
Norte 4472312.231m
Altitud Ortométrica 605.859m

Fotografía.



Mapa.

Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en lo alto de la acera por la que se accede al parque desde el paseo 15 de Mayo. La fotografía fue tomada cuanto se estaciono en ese punto con GPS pero después tuvo que ser eliminado el cálculo por GPS y se calculó mediante topografía clásica mediante una poligonal.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: GPS. GRS30 antena bifrecuencia AT-502

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal Número: 1042 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 54.54745''m Norte
Longitud. 3° 43' 28.58826''m Oeste
Altura elipsoidal. 661.995m

Cartesianas

X. 4854377.480m
Y. -316012.183m
Z. 4112210.760m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438508.463m
Norte 4472238.739m
Altitud Ortométrica 610.877m

Fotografía.

Mapa.

Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en el hormigón que sujeta un cajetín eléctrico en el interior del parque.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: Estación total. Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal Número: 1043 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 52.47226''m Norte
Longitud. 3° 43' 25.53065m Oeste
Altura elipsoidal. 661.605m

Cartesianas

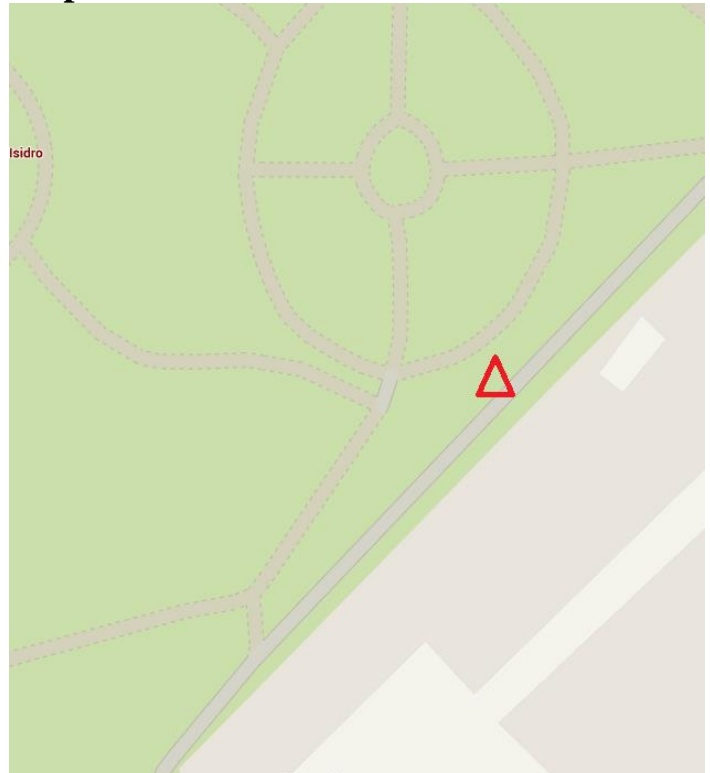
X. 4854423.268m
Y. -315942.899m
Z. 4112161.755m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438580.016m
Norte 4472174.164m
Altitud Ortométrica 610.486m

Fotografía.

Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado el bordillo que separa la tierra, de la acera que recorre toda la parte frontal del tanatorio. No se dispone de fotografía.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: estación total Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal Número: 1044 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 52.69696''m Norte
Longitud. 3° 43' 27.36368m Oeste
Altura elipsoidal. 662.175m

Cartesianas

X. 4854416.411m
Y. -315985.775m
Z. 4112167.404m

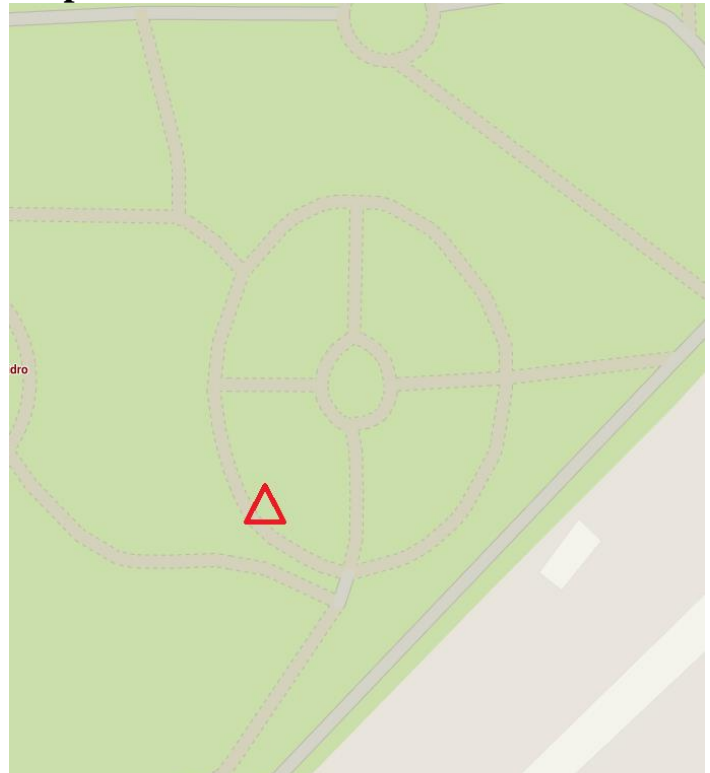
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438536.863m
Norte 4472181.446m
Altitud Ortométrica 679.086m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado el bordillo que separa el camino del jardín del tanatorio.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: estación total. Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red principal GPS. Numero: 1045 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 56.52455"m Norte
Longitud. 3° 44' 0.98634m Oeste
Altura elipsoidal. 670.232m

Cartesianas

X. 4854294.599m
Y. -316772.493m
Z. 4112262.546m

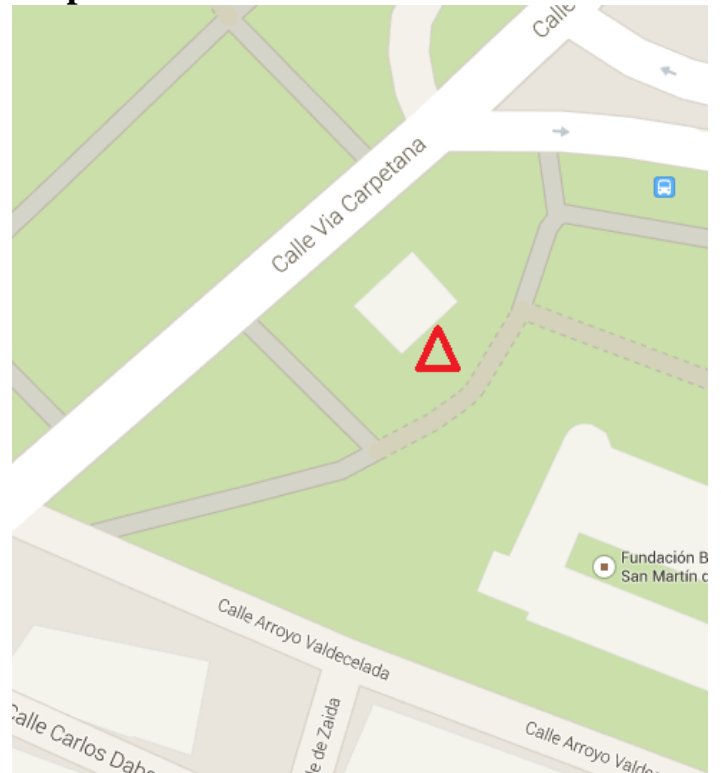
Proyectadas UTM Huso 30

Este. 437745.251m
Norte 4472305.999m
Altitud Ortométrica 619.112m

Fotografía.



Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado el bordillo que separa la tierra del jardín que hay enfrente de la asociación benéfica San Martín de Porres.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: Estación total. Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal Número: 1046 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 47.57146''m Norte
Longitud. 3° 43' 47.01229m Oeste
Altura elipsoidal. 668.741m

Cartesianas

X. 4854493.531m
Y. -316455.192m
Z. 4112051.244m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438072.379m
Norte 4472027.220m
Altitud Ortométrica 617.622m

Fotografía.

Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en la acera de la acera de acceso al parque de San Isidro, enfrente se encuentra la caseta de los jardineros. Sin fotografía

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: Estación total. Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal Número: 1047 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 49.14016''m Norte
Longitud. 3° 43' 30.69960''m Oeste
Altura elipsoidal. 664.060m

Cartesianas

X. 4854483.691m
Y. -316068.999m
Z. 4112085.065m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438457.325m
Norte 4472072.424m
Altitud Ortométrica 612.942m

Fotografía.

Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado un bordillo de la explanada.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: estación total. Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal Número: 1048 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 53.62378"m Norte
Longitud. 3° 43' 27.82768"m Oeste
Altura elipsoidal. 662.168m

Cartesianas

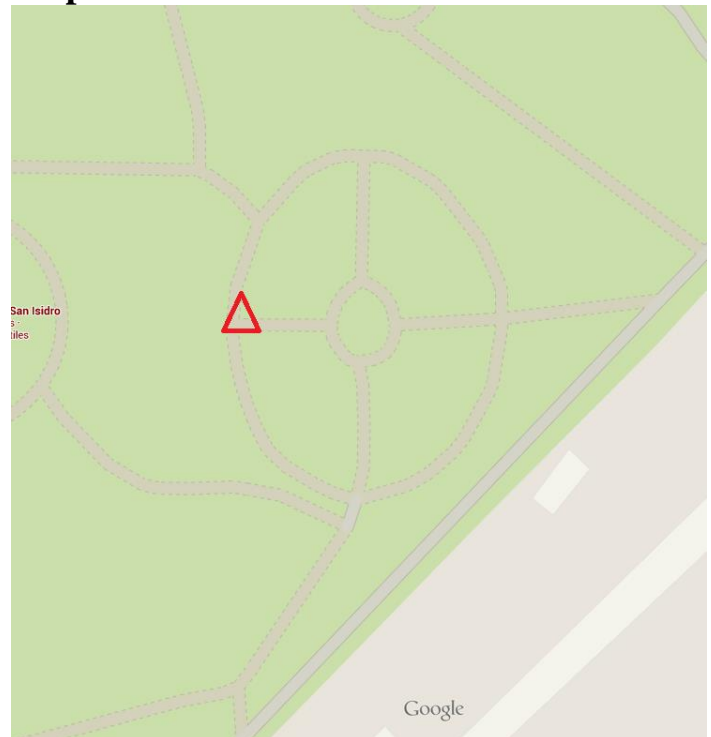
X. 4854397.204m
Y. -315995.492m
Z. 4112189.173m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438526.159m
Norte 4472210.113m
Altitud Ortométrica 611.050m

Fotografía.

Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en el interior del jardín de la parte frontal del tanatorio, en un bordillo que delimita las zonas de plantas y los jardines.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: Estación total. Leica 12002+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal Número: 1049 Fecha. Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 56.08945''m Norte
Longitud. 3° 43' 20.02221''m Oeste
Altura elipsoidal. 656.427m

Cartesianas

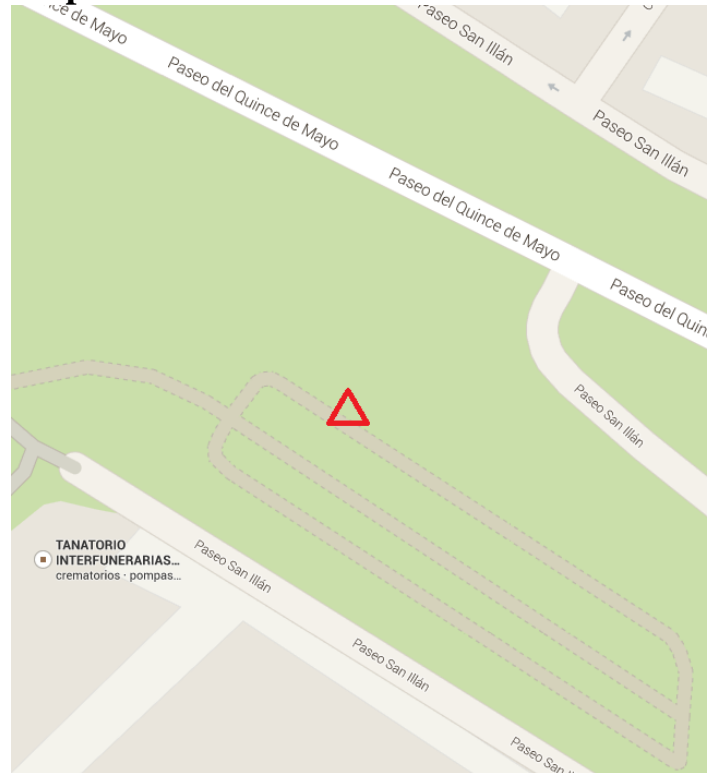
X. 4854355.604m
Y. -315808.307m
Z. 4112243.377m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438710.778m
Norte. 4472284.632m
Altitud Ortométrica. 605.308m

Fotografía.

Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado el bordillo que separa el camino de la hierba, que se encuentra en el lateral del tanatorio.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: estación total. Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Reseñas de los vértices.

Tipo de vértice: Red secundaria Poligonal Número: 1050 Fecha: Febrero 2014



Coordenadas. ETRS-89

Coordenadas geodésicas

Latitud. 40° 23' 58.50433''m Norte
Longitud. 3° 43' 31.05490''m Oeste
Altura elipsoidal. 657.320m

Cartesianas

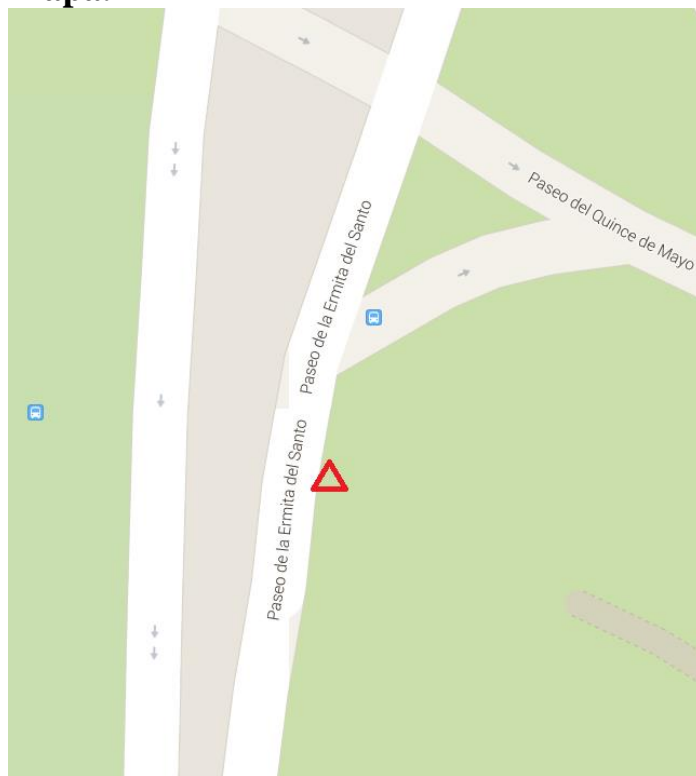
X. 4854291.205m
Y. -316064.864m
Z. 4112300.687m

Proyectadas UTM Huso 30

Este. 438451.318m
Norte. 4472361.219m
Altitud Ortométrica. 606.202m

Fotografía.

Mapa.



Descripción.

Clavo de 3cm de largo y de 4mm de cabeza, situado en la acera que da acceso al parque desde la calle ermita del santo a la explanada donde se encuentra a estatua en memoria de Goya.

Información.

Proyecto: Levantamiento a escala 1/500 y modelo digital del terreno 3D del parque de San Isidro en Madrid

Localización: Parque de San Isidro, distrito de Carabanchel, Madrid, España.

Instrumental: Estacion total Leica 1202+

Tutor: José Manuel Benito Oterino

Autor: Julián Javier Espejel.

Anexo III cálculos Excel: poligonal, inversa y radiación.

Poligonal

estacion	visado	LH	LV	DG	m	i
1002	1000	42,6283	99,0729	166,457	1,3	1,56
1002	1024	245,8298	101,89985	81,202	1,3	1,56
1024	1002	346,21815	98,54745	81,1855	1,3	1,575
1024	1025	115,7603	103,88425	57,2575	1,3	1,575
1025	1024	189,8926	96,79695	57,229	1,3	1,595
1025	1026	52,51205	99,65905	23,794	1,3	1,595
1026	1025	250,36815	102,17395	23,806	1,3	1,64
1026	1003	113,0765	99,6152	35,853	1,3	1,64
1003	1026	178,0775	101,65115	35,8645	1,3	1,635
1003	1027	196,05545	101,06065	87,6665	2	1,635
1027	1003	399,4014	98,8993	87,67	1,3	1,585
1027	1028	103,91855	102,1656	114,3165	1,3	1,585
1028	1027	235,6795	98,20745	114,2955	1,3	1,66
1028	1029	8,03665	96,99055	43,637	1,3	1,66
1029	1028	76,3299	103,9721	43,6675	1,3	1,57
1029	1030	311,11855	101,50335	96,4965	1,3	1,585
1030	1029	306,7339	98,94545	96,483	1,3	1,65
1030	1004	95,70235	101,64415	47,8325	1,3	1,65
1004	1030	291,61605	99,17955	47,8165	1,3	1,54
1004	1000	399,55915	94,74215	152,4825	1,3	1,54
1004	1005	59,6538	102,66955	88,0875	2	1,54

errores			
error estacio	5 mm		
error señal	2 mm		
error punter	6 cc		
error lectura	10 cc		
error instrum	5 mm		
error distanc	1 mm	1,5 ppm	
error vertica	0 cc		
error jalon	1 mm		
error alt est	5 mm		
K_UTM	0,99969109		

coordenadas conocidas			
Número	E	N	H
1000	438055,431	4472269,331	627,9674
1002	437892,47	4472302,793	625,2373
1004	437970,942	4472143,072	615,1499
1005	438058,857	4472146,344	610,9784

calculo de errores	
Nº tramos	9
Nº vertices	10
distancia me	65,3373889
distancia tot	588,0365
error de dire	52,4707779
error angula	53,7511166
cota media	619,83325



calculo de desorientaciones						
Estación	Visado	Hz	AE	AN	acimut`	acimut
1002	1000	42,6283	162,9611	-33,4626	-87,1068039	112,893196
1004	1000	399,55915	84,4885	126,2589	37,5435535	37,5435535
1004	1005	59,6538	87,9151	3,2724	97,6314499	97,6314499

calculo de desorientaciones								
desorie`	desorienta	dif	distancia	error dirc	error ang	tol	tolerable	des comp
70,2648961	70,2648961	0	166,361251	20,607585	23,6996321			70,26489608
-362,015597	37,9844035	67,53612902	151,91977	22,5665404	25,1842956	46,6776497	no tolerable	37,98102667
37,9776499	37,9776499		87,975982	38,9686315	39,3008173			

resultados	
Estación	des
1002	70,2648961
1004	37,9810267

corrida de acimutes					
estacion	visado	LH	acimut	desoreien	acimutcomp
1002	1024	245,8298	316,094696	70,2648961	316,097004
1024	1002	346,21815	116,094696	169,876546	
1024	1025	115,7603	285,636846	169,876546	285,641462
1025	1024	189,8926	85,6368461	295,744246	
1025	1026	52,51205	348,256296	295,744246	348,26322
1026	1025	250,36815	148,256296	297,888146	
1026	1003	113,0765	10,9646461	297,888146	10,9738783
1003	1026	178,0775	210,964646	32,8871461	
1003	1027	196,05545	228,942596	32,8871461	228,954136
1027	1003	399,4014	28,9425961	29,5411961	
1027	1028	103,91855	133,459746	29,5411961	133,473594
1028	1027	235,6795	333,459746	97,7802461	
1028	1029	8,03665	105,816896	97,7802461	105,833052
1029	1028	76,3299	305,816896	229,486996	
1029	1030	311,11855	140,605546	229,486996	140,624011
1030	1029	306,7339	340,605546	33,8716461	
1030	1004	95,70235	129,573996	33,8716461	129,594769
1004	1030	291,61605	329,573996	37,9579461	329,597077

resultados		
Estación	Visado	acimut
1002	1024	316,097004
1024	1025	285,641462
1025	1026	348,26322
1026	1003	10,9738783
1003	1027	228,954136
1027	1028	133,473594
1028	1029	105,833052
1029	1030	140,624011
1030	1004	129,594769
1004	1030	329,597077

		error aci	-230,80595
		tol	240,382301
		tol?	tolerable
		comp	23,080595



calculo de distancias reducidas										
Estación	Visado	V	dg	d direc/reci	dif	tole	tolerable	dista media	dis elip	d utm
1002	1024	101,89985	81,202	81,1658311	-0,00147535	0,00790675	si	81,16509339	81,1572063	81,132136
1024	1002	98,54745	81,1855	81,1643557						
1024	1025	103,88425	57,2575	57,1509488	0,00562169	0,00789668	si	57,15375965	57,1482058	57,1305522
1025	1024	96,79695	57,229	57,1565705						
1025	1026	99,65905	23,794	23,793655	-0,0015376	0,00788323	si	23,79288623	23,7905742	23,783225
1026	1025	102,17395	23,806	23,7921174						
1026	1003	99,6152	35,853	35,8523394	9,2833E-05	0,00788802	si	35,85238585	35,8489019	35,8378279
1003	1026	101,65115	35,8645	35,8524323						
1003	1027	101,06065	87,6665	87,6543194	0,00256332	0,00790952	si	87,65560108	87,6470833	87,6200082
1027	1003	98,8993	87,67	87,6568827						
1027	1028	102,1656	114,3165	114,250347	-0,00017039	0,00792113	si	114,2502616	114,239159	114,20387
1028	1027	98,20745	114,2955	114,250176						
1028	1029	96,99055	43,637	43,588245	-0,00572224	0,00789114	si	43,5853839	43,5811486	43,5676859
1029	1028	103,9721	43,6675	43,5825228						
1029	1030	101,50335	96,4965	96,4695806	0,00016742	0,00791332	si	96,4696643	96,46029	96,4304925
1030	1029	98,94545	96,483	96,469748						
1030	1004	101,64415	47,8325	47,8165414	-0,00401973	0,00789286	si	47,8145315	47,8098852	47,7951162
1004	1030	99,17955	47,8165	47,8125216						

resultados		
Estación	Visado	D utm
1002	1024	81,13213601
1024	1025	57,13055216
1025	1026	23,78322504
1026	1003	35,83782786
1003	1027	87,62000821
1027	1028	114,2038699
1028	1029	43,5676859
1029	1030	96,43049245
1030	1004	47,79511624

calculo planimetria									
Estación	Visado	d utm	acimut	AE'	AN'	comp E	compN	AE	AN
1002	1024	81,13213601	316,0970	-78,5523855	20,2964585	-0,00247084	-0,00167584	-78,55485634	20,2947826
1024	1025	57,13055216	285,6415	-55,6835913	-12,7764491	-0,00173989	-0,00118007	-55,68533116	-12,7776292
1025	1026	23,78322504	348,2632	-17,2697617	16,3522819	-0,00072431	-0,00049126	-17,270486	16,3517907
1026	1003	35,83782786	10,9739	6,14707903	35,3067037	-0,00109142	-0,00074025	6,145987602	35,3059634
1003	1027	87,62000821	228,9541	-38,490777	-78,7129337	-0,00266843	-0,00180985	-38,4934454	-78,7147435
1027	1028	114,2038699	133,4736	98,7774047	-57,3197019	-0,00347803	-0,00235896	98,77392663	-57,3220608
1028	1029	43,5676859	105,8331	43,3849339	-3,98632239	-0,00132683	-0,00089992	43,38360705	-3,98722231
1029	1030	96,43049245	140,6240	77,4545906	-57,4423735	-0,00293675	-0,00199184	77,45165384	-57,4443653
1030	1004	47,79511624	129,5948	42,7230157	-21,4270173	-0,00145558	-0,00098724	42,72156008	-21,4280045

tolerancia		dif obs	78,4905084	-159,709354
ed	0,00109801	dif cal	78,4726	-159,7215
et	-0,08646939	error	0,01790839	0,0121463
el	0,00232922	error total	0,02163892	tolerable

resultados			
Estación	E	N	precision
1002	437892,47	4472302,793	0,03079077
1024	437813,915	4472323,088	0,03079077
1025	437758,23	4472310,31	0,03079077
1026	437740,959	4472326,662	0,03079077
1003	437747,105	4472361,968	0,03079077
1027	437708,612	4472283,253	0,03079077
1028	437807,385	4472225,931	0,03079077
1029	437850,769	4472221,944	0,03079077
1030	437928,221	4472164,5	0,03079077
1004	437970,942	4472143,072	0,03079077



calculo altimetrico														
Estación	Visado	V	dg	m	i	AH dirc/reciv	dif	error t	error	tolerancia	tolerable	AH'	comp AH	AH
1002	1024	101,8999	81,202	1,300	1,560	-2,16255074	-0,03495185	3,27627E-05	0,00977371	0,01382211	si	-2,14507481	0,00504684	-2,14002798
1024	1002	98,5475	81,186	1,300	1,575	2,12759889								
1024	1025	103,8843	57,258	1,300	1,575	-3,21613213	-0,04277171	6,69518E-05	0,01280248	0,01810545	si	-3,19474627	0,00355865	-3,19118763
1025	1024	96,7970	57,229	1,300	1,595	3,17336042								
1025	1026	99,6591	23,794	1,300	1,595	0,4224641	-0,05028011	5,88049E-06	0,00646227	0,00913903	si	0,44760415	0,00147884	0,44908299
1026	1025	102,1740	23,806	1,300	1,640	-0,4727442								
1026	1003	99,6152	35,853	1,300	1,640	0,55678399	-0,03822608	6,63677E-06	0,00657826	0,00930307	si	0,57589703	0,00222832	0,57812535
1003	1026	101,6512	35,865	1,300	1,635	-0,59501007								
1003	1027	101,0607	87,667	2,000	1,635	-1,82506757	-0,02390437	1,82927E-05	0,00815998	0,01153996	si	-1,81311538	0,00544862	-1,80766677
1027	1003	98,8993	87,670	1,300	1,585	1,8011632								
1027	1028	102,1656	114,317	1,300	1,585	-3,60221522	-0,02362885	3,73439E-05	0,0102317	0,01446981	si	-3,59040079	0,00710496	-3,58329584
1028	1027	98,2075	114,296	1,300	1,660	3,57858637								
1028	1029	96,9906	43,637	1,300	1,660	2,42216493	-0,03052959	5,1886E-05	0,01156598	0,01635677	si	2,43742972	0,00271211	2,44014183
1029	1028	103,9721	43,668	1,300	1,570	-2,45269452								
1029	1030	101,5034	96,497	1,300	1,585	-1,99297106	-0,04427937	2,59265E-05	0,00904727	0,01279477	si	-1,97083138	0,00599741	-1,96483396
1030	1029	98,9455	96,483	1,300	1,650	1,94869169								
1030	1004	101,6442	47,833	1,300	1,650	-0,88506395	-0,02870851	2,83542E-05	0,00931174	0,01316879	si	-0,87070969	0,00297287	-0,86773682
1004	1030	99,1796	47,817	1,300	1,540	0,85635543								
error angula 11,6619038											dif obs	-10,1239474		
											dif cal	-10,0874		
											dif	-0,03654742		
											tolerancia	0,01865187		
											tol?	no tolerable		
resultados														
Estación	H	precision												
1002	625,2373	0,034962693												
1024	623,097272	0,034962693												
1025	619,906084	0,034962693												
1026	620,355167	0,034962693												
1003	620,933293	0,034962693												
1027	619,125626	0,034962693												
1028	615,54233	0,034962693												
1029	617,982472	0,034962693												
1030	616,017638	0,034962693												
1004	615,149901	0,034962693												

resultados finales						
Estación	E	N	precision	H	precision	
1002	437892,470	4472302,793	0,031	625,237	0,035	
1024	437813,915	4472323,088	0,031	623,097	0,035	
1025	437758,230	4472310,310	0,031	619,906	0,035	
1026	437740,959	4472326,662	0,031	620,355	0,035	
1003	437747,105	4472361,968	0,031	620,933	0,035	
1027	437708,612	4472283,253	0,031	619,126	0,035	
1028	437807,385	4472225,931	0,031	615,542	0,035	
1029	437850,769	4472221,944	0,031	617,982	0,035	
1030	437928,221	4472164,500	0,031	616,018	0,035	
1004	437970,942	4472143,072	0,031	615,150	0,035	

Intersección inversa.

estacion	visado	Hz	V	Dg	m	i	punto	E	N	H
1032	1000	221,4686	96,03895	69,099	1,3	1,605	1000	438055,431	4472269,33	627,9674
1032	1002	92,5461	99,17945	124,2275	1,3	1,605	1002	437892,47	4472302,79	625,2373
1032	1030	4,4223	105,00805	97,6725	1,3	1,605	1030	437928,221	4472164,5	616,017638
calculo de la interseccion inversa										
errores										
error estacio	5 mm									
error señal	2 mm									
error punter	6 cc									
error lectura	10 cc									
error instrun	5 mm									
error distanc	1 mm		1,5 ppm							
error vertica	0 cc									
error jalon	1 mm									
error alt est	5 mm									
K_UTM	0,99969109									
Coef. de anamorfosis lineal UTM (K)										
distancia media			96,9996667 m							
error de direccion			35,3434577 cc							
Precisión angular (cc)			37 cc							
$X_1 = E_B - E_A - \frac{N_B - N_A}{\tan \alpha} \quad X_2 = N_B - N_A + \frac{E_B - E_A}{\tan \alpha} \quad X_3 = \frac{X_1 \cdot (X_2 - X_4) - X_2 \cdot (X_1 - X_3)}{(X_1 - X_3)^2 + (X_2 - X_4)^2}$ $X_3 = E_B - E_C + \frac{N_B - N_C}{\tan \beta} \quad X_4 = N_B - N_C - \frac{E_B - E_C}{\tan \beta}$										
alfa	271,0775		$E_p = E_B - X_5 \cdot (X_2 - X_4)$							
beta	311,8762		$N_p = N_B + X_5 \cdot (X_1 - X_3)$							
A	1000		coordenadas planimetricas							
B	1002		E30 437996,0277							
C	1030		N30 4472234,336							
x1	-179,303776		desorient 244,6393663							
x2	-46,1253707		precision 0,007189413							
x3	-61,8534109									
x4	131,545568									
x5	0,5828643									
calculo de distancias y acimutes entre tramos										
tramo	AE	AN	acimut'	acimut	Dutm					
B-C	35,75	-138,29	-16,1050822	183,8949178	142,839835					
B-A	162,96	-33,46	-87,1068039	112,8931961	166,361251					
calculo de distancias al arco										
estacion	Visado	AE	AN	Dutm	Darco					
1032	1000	59,40	35,00	68,94472019	68,9660245					
1032	1002	-103,56	68,46	124,1399032	124,178263					
1032	1030	-67,81	-69,84	97,33867116	97,3687493					
calculo de desorientaciones										
estacion	Visado	AE	AN	acimut'	acimut	des'	des			
1032	1000	59,4030527	34,9950249	66,10796626	66,1079663	-155,360634	244,639366			
1032	1002	-103,558047	68,4576249	-62,81453374	337,185466	244,639366	244,639366			
1032	1030	-67,8069052	-69,8358111	49,06166626	249,061666	244,639366	244,639366			
calculo de precisiones										
omega	88,0480									
B	0,00432956									
C	0,0071192									
A	11,9520									
D	0,00297747									
md	0,00570068									

calculo altitud aproximada						
estacion	Visado	AH	H			
1032	1000	4,60188986	623,4			
rediccion de distancias						
estacion	Visado	dist estacion	error			
1032	1000	68,972765	0,00403269			
1032	1002	124,178263	0,00726222			
1032	1030	97,3687493	0,00569356			
calculo de desniveles						
estacion	Visado	Ahcal	AH obs			
1032	1000	4,6	4,60230985			
1032	1002	1,9	1,90653785			
1032	1030	-7,3	-7,36992535			
calculo matricial						
matrizA		matriz L				
-247,973414		0,10414669				
-137,698954		4,78476146				
-175,636982		-3,87335985				
matriz At						
-247,973414	-137,698954	-175,636982				
matriz N						
111300,166						
matriz N-1		matriz t				
8,9847E-06		-4,3770222				
matriz X						
-3,9326E-05	AH			punto	H	precision
				1032	623,4	0,01304968
matriz V		matriz V				
-0,09439482		-0,09439482	-4,77934627	3,880266997		
-4,77934627						
3,880267		sigma	4,35359238			
coordenadas finales						
punto	E	N	precision	H	precision	desorienta
1032	437996,028	4472234,34	0,04634315	623,3654708	0,05555443	244,639366

Radiación.

coordenadas estacion				coordenadas puntos conocido					
punto	E	N	H	punto	E	N	H	K_UTM	0,99969109
1000	438055,431	4472269,331	627,967	1001	438036,602	4472290,107	627,595		
				1032	437996,028	4472234,34	623,365433		
				1033	438177,706	4472290,2	621,692619		
				1034	438088,957	4472256,51	621,296847		
calculo de desorientaciones									
estacion	visado	Hz	AE	AN	acimut'	acimut	des'	des	des comp
1000	1001	62,4246	-18,829	20,777	-46,8716142	353,128386	290,703786	290,703786	290,703743
1000	1032	375,4111	-59,403	-34,995	66,1079663	266,107966	-109,303134	290,696866	
1000	1033	198,5299	122,275	20,865	89,2404765	89,2404765	-109,289424	290,710576	
1000	1034	232,5659	33,527	-12,818	-76,752563	123,247437	-109,318463	290,681537	
observaciones									
estacion	visado	Hz	V	Dg	m	i			
1000	1001	62,4246	101,6216	28,061	1,3	1,61			
1000	1032	375,4111	104,5546	69,14	1,3	1,61			
1000	1033	198,5299	103,367	124,255	1,3	1,61			
1000	1034	232,5659	112,2942	36,57	1,3	1,61			
1000	2252	31,0262	100,2879	47,818	1,3	1,61			
1000	2253	32,1902	100,2258	42,945	1,3	1,61			
1000	2254	33,6364	100,1869	38,216	1,3	1,61			
1000	2255	35,4504	100,1604	33,632	1,3	1,61			
1000	2256	37,2514	100,1394	30,079	1,3	1,61			
1000	2257	38,5456	100,1395	28,037	1,3	1,61			
1000	2258	39,7528	100,1393	26,12	1,3	1,61			
1000	2259	41,0997	100,1203	24,156	1,3	1,61			
1000	2260	42,3149	100,1276	22,151	1,3	1,61			
1000	2261	43,4957	100,2017	20,185	1,3	1,61			
1000	2262	44,7014	100,3158	18,346	1,3	1,61			
1000	2263	45,9202	100,5345	16,437	1,3	1,61			
1000	2264	47,0024	100,7517	14,593	1,3	1,61			
1000	2265	47,9214	101,0856	12,623	1,3	1,61			
1000	2266	48,4199	101,2822	11,785	1,3	1,61			
1000	2267	341,5249	101,1262	10,76	2	1,61			
1000	2268	341,394	101,9553	11,242	2	1,61			
1000	2269	341,9481	102,6996	11,794	2	1,61			
1000	2270	342,2963	103,7367	14,038	2	1,61			
1000	2271	342,0667	104,3242	14,542	2	1,61			
1000	2272	342,2607	104,9169	15,102	2	1,61			
1000	2273	342,6526	105,4116	17,425	2	1,61			
1000	2274	342,6639	105,7871	17,942	2	1,61			
1000	2275	352,3275	108,5709	31,807	2	1,61			
1000	2276	356,9946	105,7796	18,705	2	1,61			
1000	2277	357,2004	105,4067	18,144	2	1,61			
1000	2278	357,6583	105,0225	17,676	2	1,61			
1000	2279	360,2196	103,9305	14,879	2	1,61			
1000	2280	360,7662	103,4677	14,393	2	1,61			
1000	2281	363,5425	102,4945	12,302	2	1,61			



observaciones		calculo de distancias y acimutes						coordenadas finales			
estacion	visado	acimut`	acimut	Dred	Delip	Dutm	E	N	H	codigo	
1000	1001	353,128343	353,128343	28,0518928	28,0491311	28,0404664	438036,601	4472290,11	627,562752	vertice	
1000	1032	666,114843	266,114843	68,9631191	68,9563298	68,9350285	437996,032	4472234,35	623,335379	vertice	
1000	1033	489,233643	89,2336428	124,081237	124,069021	124,030695	438177,692	4472290,21	621,709672	vertice	
1000	1034	523,269643	123,269643	35,8901881	35,8866547	35,875569	438088,936	4472256,51	621,25901	vertice	
1000	2252	321,729943	321,729943	47,8175035	47,812796	47,7980261	438010,39	4472285,33	628,061285	caminos	
1000	2253	322,893943	322,893943	42,9447231	42,9404953	42,9272305	438015,25	4472284,44	628,125187	caminos	
1000	2254	324,340143	324,340143	38,2158293	38,212067	38,2002629	438019,989	4472283,58	628,16529	caminos	
1000	2255	326,154143	326,154143	33,631888	33,628577	33,6181888	438024,61	4472282,76	628,192728	caminos	
1000	2256	327,955143	327,955143	30,0789232	30,0759619	30,0666712	438028,217	4472282,11	628,211589	caminos	
1000	2257	329,249343	329,249343	28,0369283	28,0341681	28,0255081	438030,312	4472281,76	628,216009	caminos	
1000	2258	330,456543	330,456543	26,1199334	26,1173619	26,109294	438032,253	4472281,35	628,220286	caminos	
1000	2259	331,803443	331,803443	24,1559531	24,153575	24,1461137	438034,236	4472280,9	628,231787	caminos	
1000	2260	333,018643	333,018643	22,150952	22,1487713	22,1419293	438036,201	4472280,31	628,23303	caminos	
1000	2261	334,199443	334,199443	20,1848955	20,1829083	20,1766736	438038,096	4472279,66	628,213472	caminos	
1000	2262	335,405143	335,405143	18,3457714	18,3439653	18,3382987	438039,856	4472279,01	628,186413	caminos	
1000	2263	336,623943	336,623943	16,4364181	16,4348	16,4297231	438041,646	4472278,27	628,139414	caminos	
1000	2264	337,706143	337,706143	14,5919804	14,5905439	14,5860367	438043,329	4472277,47	628,105107	caminos	
1000	2265	338,625143	338,625143	12,6211627	12,6199202	12,6160218	438045,066	4472276,52	628,062165	caminos	
1000	2266	339,123643	339,123643	11,7826079	11,781448	11,7778086	438045,808	4472276,12	628,040065	caminos	
1000	2267	632,228643	232,228643	10,7583147	10,7572556	10,7539325	438050,216	4472259,93	627,387069	caminos	
1000	2268	632,097743	232,097743	11,2366962	11,2355899	11,2321191	438050,005	4472259,5	627,232177	caminos	
1000	2269	632,651843	232,651843	11,7833957	11,7822357	11,778596	438049,651	4472259,07	627,077431	caminos	
1000	2270	633,000043	233,000043	14,0138228	14,0124431	14,0081146	438048,49	4472257,16	626,753911	caminos	
1000	2271	632,770443	232,770443	14,5084643	14,5070359	14,5025545	438048,291	4472256,71	626,590415	caminos	
1000	2272	632,964443	232,964443	15,0569771	15,0554947	15,0508439	438047,981	4472256,25	626,412177	caminos	
1000	2273	633,356343	233,356343	17,3620796	17,3603704	17,3550076	438046,748	4472254,3	626,097985	caminos	
1000	2274	633,367643	233,367643	17,8679168	17,8661577	17,8606386	438046,492	4472253,87	625,948672	caminos	
1000	2275	643,031243	243,031243	31,5191695	31,5160665	31,5063309	438035,72	4472244,75	623,308163	caminos	
1000	2276	647,698343	247,698343	18,6279662	18,6261323	18,6203785	438042,749	4472255,7	625,881605	caminos	
1000	2277	647,904143	247,904143	18,0786019	18,0768221	18,071238	438043,08	4472256,14	626,038333	caminos	
1000	2278	648,362043	248,362043	17,6210168	17,619282	17,6138392	438043,3	4472256,56	626,184347	caminos	
1000	2279	650,923343	250,923343	14,8506484	14,8491864	14,8445994	438044,783	4472258,99	626,659365	caminos	
1000	2280	651,469943	251,469943	14,3716507	14,3702359	14,3657968	438045,041	4472259,41	626,793806	caminos	
1000	2281	654,246243	254,246243	12,2925554	12,2913452	12,2875483	438046,182	4472261,24	627,095497	caminos	

Desde este vértice observaron 149 puntos de radiación, aquí solo muestro 34 de esas observaciones.

Anexo IV coordenadas de los vértices de estación.

puntos	coordenadas proyectadas			
	E	N	altura ort	altura elip
1000	438055,431	4472269,331	627,967	679,086
1001	438036,602	4472290,107	627,595	678,7139
1002	437892,470	4472302,793	625,237	676,3563
1004	437970,942	4472143,072	615,150	666,269
1005	438058,857	4472146,344	610,978	662,0973
1006	438169,886	4472133,596	610,469	661,588
1008	438117,163	4472078,821	615,374	666,4924
1009	438260,657	4472102,940	613,130	664,2485
1012	438485,351	4472222,698	615,843	666,9606
1013	438445,960	4472313,968	612,805	663,9224
1014	438291,749	4472294,987	619,460	670,5776
1015	438404,899	4472328,834	608,270	659,387
1017	438521,157	4472373,458	602,903	654,0201
1018	438655,368	4472361,975	593,766	644,883
1019	438822,962	4472225,502	598,038	649,1546
1020	438572,036	4472319,405	607,396	658,5124
1021	438725,254	4472329,392	591,769	642,8854
1022	438443,441	4472449,771	600,166	651,2829
1045	437745,252	4472305,999	619,113	670,2321
1024	437813,915	4472323,088	623,097	674,215
1025	437758,230	4472310,310	619,906	671,024
1026	437740,959	4472326,662	620,355	671,473
1003	437747,105	4472361,968	620,933	672,051
1027	437708,612	4472283,253	619,126	670,244
1028	437807,385	4472225,931	615,542	666,660
1029	437850,769	4472221,944	617,982	669,100
1030	437928,221	4472164,500	616,018	667,136
1031	438030,141	4472094,600	616,979	668,097
1032	437996,028	4472234,336	623,365	674,483
1033	438177,706	4472290,196	621,693	672,811
1034	438088,957	4472256,513	621,297	672,415
1039	438467,014	4472422,298	602,352	653,470
1038	438216,019	4472007,419	615,870	666,988
1035	438180,510	4471995,713	614,623	665,741
1046	438072,380	4472027,221	617,623	668,741
1041	438638,457	4472312,231	605,859	656,977
1043	438580,017	4472174,165	610,487	661,605
1044	438536,863	4472181,447	611,057	662,175
1048	438526,159	4472210,113	611,050	662,168
1042	438508,464	4472238,740	610,877	661,995
1007	438223,378	4472223,501	619,890	671,008
1010	438292,407	4472168,156	617,388	668,506
1011	438336,263	4472221,5	618,594	669,712
1036	438321,192	4472062,03	614,078	665,196
1037	438260,013	4472174,06	617,548	668,666
1040	438782,966	4472232,933	604,443	655,561
1047	438457,325	4472072,424	612,942	664,060
1049	438710,779	4472284,632	605,309	656,427
1050	438451,319	4472361,220	606,202	657,320



puntos	coordenadas geodesicas						
	LATITUD			LONGITUD			altura elip
	Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos	
1000	40	23	55,4186581	-3	43	47,8160197	679,086
1001	40	23	56,0874089	-3	43	48,6219942	678,7139
1002	40	23	56,4601672	-3	43	54,7403823	676,3563
1004	40	23	51,3013902	-3	43	51,3556362	666,269
1005	40	23	51,4310725	-3	43	47,6275933	662,0973
1006	40	23	51,0473294	-3	43	42,9135007	661,588
1008	40	23	49,2568712	-3	43	45,1307419	666,4924
1009	40	23	50,077395	-3	43	39,0525045	664,2485
1012	40	23	54,0210698	-3	43	29,563085	666,9606
1013	40	23	56,9704986	-3	43	31,2657543	663,9224
1014	40	23	56,3138588	-3	43	37,8006476	670,5776
1015	40	23	57,4416954	-3	43	33,0127327	659,387
1017	40	23	58,919813	-3	43	28,0966459	654,0201
1018	40	23	58,5830169	-3	43	22,3995205	644,883
1019	40	23	54,2015281	-3	43	15,2430527	649,1546
1020	40	23	57,1803539	-3	43	25,919636	658,5124
1021	40	23	57,5448683	-3	43	19,4236906	642,8854
1022	40	24	1,37399515	-3	43	31,4199136	651,2829
1045	40	23	56,5245585	-3	44	0,9863429	670,2321
1024	40	23	57,0972301	-3	43	58,0797332	674,215
1025	40	23	56,6678697	-3	44	0,43735509	671,024
1026	40	23	57,1935169	-3	44	1,17570805	671,473
1003	40	23	58,3401568	-3	44	0,92742936	672,051
1027	40	23	55,777045	-3	44	2,53256704	670,244
1028	40	23	53,9446456	-3	43	58,3225351	666,660
1029	40	23	53,8269983	-3	43	56,480866	669,100
1030	40	23	51,9848501	-3	43	53,1753218	667,136
1031	40	23	49,7453006	-3	43	48,8275724	668,097
1032	40	23	54,2678402	-3	43	50,323556	674,483
1033	40	23	56,1280254	-3	43	42,6365347	672,811
1034	40	23	55,0119483	-3	43	46,3893766	672,415
1039	40	24	0,48931402	-3	43	30,4103842	653,470
1038	40	23	46,9677069	-3	43	40,9125814	666,988
1035	40	23	46,5785658	-3	43	42,4146596	665,741
1046	40	23	47,5714618	-3	43	47,0122937	668,741
1041	40	23	56,965329	-3	43	23,0996199	656,977
1043	40	23	52,4722627	-3	43	25,5306534	661,605
1044	40	23	52,6969665	-3	43	27,363681	662,175
1048	40	23	53,6237841	-3	43	27,827689	662,168
1042	40	23	54,5474517	-3	43	28,5882632	661,995
1007	40	23	53,9773088	-3	43	40,6758733	671,008
1010	40	23	52,2008548	-3	43	37,7284745	668,506
1011	40	23	53,9425816	-3	43	35,8867583	669,712
1036	40	23	48,7666597	-3	43	36,4704354	665,196
1037	40	23	52,3838129	-3	43	39,1046176	668,666
1040	40	23	54,4319539	-3	43	16,9422068	655,561
1047	40	23	49,1401696	-3	43	30,6996017	664,060
1049	40	23	56,0894558	-3	43	20,0222157	656,427
1050	40	23	58,5043343	-3	43	31,0549	657,320

puntos	coordenadas cartesianas		
	X	Y	Z
1000	4854343,61	-316464,415	4112242,3
1001	4854328,75	-316482,495	4112257,77
1002	4854310,13	-316625,886	4112265
1004	4854410,58	-316552,44	4112137,27
1005	4854410,54	-316464,325	4112137,61
1006	4854425,04	-316353,854	4112128,27
1008	4854461,09	-316408,607	4112089,38
1009	4854452,33	-316264,378	4112107,21
1012	4854390,26	-316036,055	4112201,61
1013	4854326,5	-316072,146	4112268,93
1014	4854334,64	-316227,123	4112257,82
1015	4854310,98	-316112,423	4112277,06
1017	4854284,94	-315994,541	4112308,31
1018	4854293,44	-315860,449	4112294,48
1019	4854395,06	-315697,922	4112194,31
1020	4854326,39	-315945,787	4112270,36
1021	4854317,19	-315791,663	4112268,79
1022	4854228,81	-316069,428	4112364,19
1045	4854294,6	-316772,493	4112262,55
1024	4854290,66	-316703,54	4112278,58
1025	4854293,19	-316759,426	4112266,43
1026	4854281,91	-316776,14	4112279,07
1003	4854259,85	-316768,833	4112306,38
1027	4854307,15	-316809,856	4112244,99
1028	4854347,45	-316712,983	4112199,62
1029	4854354,48	-316669,915	4112198,44
1030	4854394,81	-316594,419	4112153,89
1031	4854446,89	-316495,057	4112101,9
1032	4854359,22	-316524,698	4112212,29
1033	4854332,63	-316341,285	4112254,9
1034	4854348,84	-316431,038	4112228,43
1039	4854249,66	-316046,927	4112344,82
1038	4854513,6	-316312,333	4112035,93
1035	4854518,11	-316348,129	4112025,97
1046	4854493,53	-316455,193	4112051,24
1041	4854333,84	-315879,623	4112264,31
1043	4854423,27	-315942,899	4112161,76
1044	4854416,41	-315985,776	4112167,4
1048	4854397,2	-315995,492	4112189,17
1042	4854377,48	-316012,184	4112210,76
1007	4854377,18	-316297,849	4112203,21
1010	4854415,24	-316230,668	4112159,85
1011	4854384,23	-316185,119	4112201,55
1036	4854483,16	-316205,359	4112077,03
1037	4854409,6	-316262,825	4112164,25
1040	4854392,73	-315737,929	4112203,88
1047	4854483,69	-316068,999	4112085,07
1049	4854355,6	-315808,308	4112243,38
1050	4854291,21	-316064,864	4112300,69

Anexo V imagen reducida de las hojas.



